

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année 1969

THÈSE

598
N°

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'État)

PAR

ZAQUINE Michel

Né le 26 janvier 1937 à Oran

Présentée et soutenue publiquement le

DIAGNOSTIC

DES TUMEURS DE L'UVÉE POSTÉRIEURE

PAR L'ULTRASONOGRAPHIE A

Président : M. Guy OFFRET, Professeur

Docteur Michel ZAQUINE

DIAGNOSTIC
DES TUMEURS DE L'UVÉE POSTÉRIEURE
PAR L'ULTRASONOGRAPHIE A

1969



	MM.
Clinique thérapeutique chirurgicale (Vaugirard)	ROUX (M.)
Séméiologie et clinique chirurgicales (Broussais)	POILLEUX (F.)
— — — (Saint-Louis)	DEBEYRE (J.)
Clinique chirurgicale orthopédique et traumatologique (Cochin)	MERLE d'AUBIGNÉ (R.)
— — — — (Foch)	PADOVANI (P.)
— — — — (Beaujon)	CAUCHOIX (J.)
Clinique traumatologique et orthopédique (Raymond-Poincaré)	JUDET (R.)
Clinique de chirurgie infantile et orthopédique (Enfants-Malades)	FÈVRE (M.)
à titre personnel	CHIGOT (P.-L.)
Clinique de chirurgie cardio-vasculaire (Broussais)	DUBOST (Ch.)
Clinique de chirurgie thoracique (Laennec)	MATHEY (J.)
à titre personnel	GAUDART D'ALLAINES (Cl. de)
Clinique chirurgicale et gynécologique (Broca)	HUGUIER (J.)
Clinique obstétricale (Baudelocque)	LEPAGE (F.)
— — (Saint-Antoine)	MERGER (R.)
Clinique obstétricale et gynécologique (Port-Royal)	VARANGOT (J.)
Clinique de neuro-chirurgie (Pitié)	DAVID (M.)
à titre personnel	LEBEAU (J.)
Clinique ophtalmologique (Cochin)	BRÉGEAT (P.)
— — (Hôtel-Dieu)	OFFRET (G.)
Clinique oto-rhino-laryngologique (Lariboisière)	AUBRY (M.)
Clinique stomatologique (Salpêtrière)	CERNEA (P.)
Clinique urologique (Cochin)	ABOULKER (P.)
— — (Necker)	COUVELAIRE (R.)

C. — PROFESSEURS SANS CHAIRE

	MM.		MM.
Anatomie	GILLOT (Cl.)	Médecine générale	AUSSANNAIRE (M.)
Anatomie pathologique	GOUYGOU (Ch.)	Maladies Infectieuses	DUPONT (V.)
Bactériologie	CHRISTOL (D.)	Neuro-psychiatrie	TARDIEU (G.)
Bactériologie	LE MINOR (L.)	Pédiatrie	ROSSIER (A.)
Biochimie médicale	{ CARTIER (P.) GONNARD (P.) NORDMANN (J.)	Physique médicale	{ COURSAGET (J.) GREMY (F.) PELLERIN (P.)
Chirurgie	CERBONNET (G.)	Physiologie	{ DURAND (J.) GIRARD (Fr.) HUGELIN (A.)
Hématologie	{ BESSIS (M.) BILSKI-PASQUIER (B.)	Stomatologie	CHAPUT (M ^{me} A.)
Hygiène	{ BLANCHER (G.) CORRE-HURST (M ^{me} L.)	Pharmacologie	SCHMITT (H.)
Médecine légale	{ CECCAL P.) HADENGUE (A.) FOURNIER (E.)		

D. — PROFESSEURS DÉTACHÉS DANS LES UNIVERSITÉS ÉTRANGÈRES

MM.

Pathologie chirurgicale RUDLER (J.) Pr. s. ch.

E. — PROFESSEURS ASSOCIÉS

Hormonologie	MORICARD (R.)
Statistique médicale et épidémiologie	SCHWARTZ (D.)
Néphrologie	MAXWELL (M.)

Secrétaire général de la Faculté M. LENA (J.)

Conseiller administratif Mlle CHAINTREUIL (G.)

Conservateur en Chef de la Bibliothèque.	}	
Conservateur du Musée d'Histoire de la Médecine		M. le Docteur HAHN (A.)

Conservateurs	{	Mme FORGET (F.), Miles DUMAITRE (P.), LAURENT (H.), LE NOIR (G.)
-------------------------	---	---

Bibliothécaires	{	Mmes CONTET (J.), Miles DUROZOY (M.-F.), ROBERGE (D.), LE QUANG LINH (G.), REUGE (M.)
---------------------------	---	---

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

	MM.	
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques (Saint-Louis)	DEGOS (R.)	
Clinique endocrinologique (Pitié)	DECOURT (J.)	
Clinique des maladies infectieuses (Claude-Bernard)	MOLLARET (P.)	
à titre personnel	BASTIN (R.)	
Clinique des maladies mentales et de l'encéphale (Sainte-Anne)	DELAY (J.)	
à titre personnel (neuro-psychiatrie)	PICHOT (P.)	
Clinique des maladies du système nerveux (Salpêtrière)	CASTAIGNE (P.)	
Clinique neurologique (Salpêtrière)	GARCIN (R.)	
à titre personnel	LHERMITTE (F.)	
Clinique de neuro-psychiatrie infantile (Salpêtrière)	MICHAUX (L.)	
Clinique des maladies du sang (Broussais)	BERNARD (J.)	
à titre personnel (hématologie)	ANDRÉ (R.)	
— — —	BOUSSER (J.)	
— — —	DREYFUS (B.)	
Cliniques médicales	Bicêtre.	DEPARIS (M.)
	Broussais.	MILLIEZ (P.)
	Cochin.	PÉQUIGNOT (H.)
	Hôtel-Dieu	BARIETY (M.)
	Pitié.	DREYFUS (G.)
	Saint-Antoine.	BOUDIN (G.)
	—	CONTE (M.)
—	KOURILSKY (R.)	
Clinique médicale propédeutique (Broussais)	JUSTIN-BESANÇON (L.)	
Clinique thérapeutique médicale (Saint-Antoine)	LEMAIRE (A.)	
Clinique et Séméiologie médicales (Antoine-Chantin)	DOMART (A.)	
Séméiologie médicale (Lariboisière)	BOUVRAIN (Y.)	
— — (Pitié)	RAMBERT (P.)	
— — (Rothschild)	WOLFROMM (R.)	
Clinique d'Hydrologie et de Climatologie (Bichat)	DEBRAY (Ch.)	
à titre personnel	GIBERTON (A.)	
Clinique médico-sociale du diabète sucré et des maladies métaboliques (Hôtel-Dieu)	DEROT (M.)	
Clinique néphrologique (Necker)	HAMBURGER (J.)	
à titre personnel	RICHT (G.)	
— —	CROSNIER (J.)	
Clinique de Génétique médicale (Enfants-Malades)	ROYER (P.)	
Clinique des maladies des enfants (Enfants-Malades)	MOZZICONACCI (P.)	
Clinique médicale infantile et de pédiatrie sociale (Enfants-Malades)	MARIE (J.)	
Clinique de pédiatrie (Trousseau)	BRISSAUD (H.)	
à titre personnel	LESOBRE (R.)	
Clinique de pédiatrie et de puériculture (Saint-Vincent-de-Paul)	THIEFFRY (S.)	

	MM.
Hygiène et Clinique de la première enfance (Trousseau)	LAPLANE (R.)
à titre personnel	OLONOVSKI (Cl.)
Clinique de pneumo-ptisiologie (Laennec)	BROUET (G.)
à titre personnel	KREIS (B.)
— —	MEYER (A.)
Clinique de rééducation motrice	GROSSIORD (A.)
Electroradiologie	LEDoux-LEBARD (M.)
—	LEFEBVRE (J.)
Radiologie médicale	DESGREZ (H.)
à titre personnel	FISCHGOLD (H.)
— —	TUBIANA (M.)
— —	CHERIGIE (E.)
Clinique de rhumatologie médicale et sociale (Cochin)	DELBARRE (F.)
Clinique rhumatologique (Lariboisière)	SÈZE (S. de)
Clinique toxicologique (Fernand-Widal)	GAULTIER (M.)

2^o CHIRURGIE

Anesthésiologie	VOURC'H (G.)
Pathologie chirurgicale	LAURENCE (G.)
— —	KUSS (R.)
— —	N...
à titre personnel	RAMADIER (J.)
Physiologie et pathologie obstétricales	MORIN (P.)
Technique chirurgicale et chirurgie expérimentale	MONSAINGEON (A.)

Chaires de Cliniques :

Clinique carcinologique (Gustave-Roussy)	DENOIX (P.)	
Clinique carcinologique chirurgicale (Necker)	REDON (H.)	
à titre personnel	BRÉHANT (J.)	
Cliniques chirurgicales	Beaujon	LORTAT-JACOB (J.-L.)
	—	BAUMANN (J.)
	Cochin	LÉGER (L.)
	Hôtel-Dieu	PATEL (J.)
	Saint-Antoine	GOSSET (J.)
	Salpêtrière	SICARD (A.)
	Tenon	OLIVIER (Cl.)

	MM.
Clinique thérapeutique chirurgicale (Vaugirard)	ROUX (M.)
Sémiologie et clinique chirurgicales (Broussais)	POILLEUX (F.)
— — — (Saint-Louis)	DEBEYRE (J.)
Clinique chirurgicale orthopédique et traumatologique (Cochin)	MERLE d'AUBIGNÉ (R.)
— — — — (Foch)	PADOVANI (P.)
— — — — (Beaujon)	CAUCHOIX (J.)
Clinique traumatologique et orthopédique (Raymond-Poincaré)	JUDET (R.)
Clinique de chirurgie infantile et orthopédique (Enfants-Malades)	FÈVRE (M.)
à titre personnel	CHIGOT (P.-L.)
Clinique de chirurgie cardio-vasculaire (Broussais)	DUBOST (Ch.)
Clinique de chirurgie thoracique (Laennec)	MATHEY (J.)
à titre personnel	GAUDART D'ALLAINES (Cl. de)
Clinique chirurgicale et gynécologique (Broca)	HUGUIER (J.)
Clinique obstétricale (Baudelocque)	LEPAGE (F.)
— — (Saint-Antoine)	MERGER (R.)
Clinique obstétricale et gynécologique (Port-Royal)	VARANGOT (J.)
Clinique de neuro-chirurgie (Pitié)	DAVID (M.)
à titre personnel	LEBEAU (J.)
Clinique ophtalmologique (Cochin)	BRÉGEAT (P.)
— — (Hôtel-Dieu)	OFFRET (G.)
Clinique oto-rhino-laryngologique (Lariboisière)	AUBRY (M.)
Clinique stomatologique (Salpêtrière)	CERNEA (P.)
Clinique urologique (Cochin)	ABOULKER (P.)
— — (Necker)	COUVELAIRE (R.)

C. — PROFESSEURS SANS CHAIRE

MM.	MM.
Anatomie GILLOT (Cl.)	Médecine générale AUSSANNAIRE (M.)
Anatomie pathologique . . . GOUYGOU (Ch.)	Maladies infectieuses . . . DUPONT (V.)
Bactériologie CHRISTOL (D.)	Neuro-psychiatrie TARDIEU (G.)
Bactériologie LE MINOR (L.)	Pédiatrie ROSSIER (A.)
Biochimie médicale { CARTIER (P.)	Physique médicale { COURSAGET (J.)
	{ GONNARD (P.)
	{ NORDMANN (J.)
Chirurgie CERBONNET (G.)	
Hématologie { BESSIS (M.)	
	{ BILSKI-PASQUIER (B.)
Hygiène { BLANCHER (G.)	
	{ CORRE-HURST (M ^{me} L.)
Médecine légale { CECCAL P.)	
	{ HADENGUE (A.)
	{ FOURNIER (E.)
	Physiologie { DURAND (J.)
	{ GIRARD (Fr.)
	{ HUGELIN (A.)
	Stomatologie CHAPUT (M ^{me} A.)
	Pharmacologie SCHMITT (H.)

D. — PROFESSEURS DÉTACHÉS DANS LES UNIVERSITÉS ÉTRANGÈRES

	MM.
Pathologie chirurgicale	RUDLER (J.) Pr. s. ch.

E. — PROFESSEURS ASSOCIÉS

Hormonologie	MORICARD (R.)
Statistique médicale et épidémiologie	SCHWARTZ (D.)
Néphrologie	MAXWELL (M.)

Secrétaire général de la Faculté	M. LENA (J.)
Conseiller administratif	Mlle CHAINTREUIL (G.)
Conservateur en Chef de la Bibliothèque.	{ M. le Docteur HAHN (A.)
Conservateur du Musée d'Histoire de la Médecine	
Conservateurs	{ Mme FORGET (F.), Miles DUMAITRE (P.), LAURENT (H.), LE NOIR (G.)
Bibliothécaires	{ Mmes CONTET (J.), Miles DUROZOY (M.-F.), ROBERGE (D.), LE QUANG LINH (G.), REUGE (M.)

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MES PARENTS,

Dont les sacrifices m'ont permis de mener mes études
à bien.

En témoignage de ma reconnaissance et de mon affection.

A MES FRERES,

A MA FAMILLE,

A MES AMIS

Je dédie cette thèse.

A mon Maître et Président de Thèse

Monsieur le Professeur Guy OFFRET

Professeur de la Clinique Ophtalmologique
à la Faculté de Médecine de Paris.

Ophtalmologiste des Hôpitaux.

Chevalier de la Légion d'Honneur.

Qui nous réserva le meilleur accueil
dans son service, nous initia à l'oph-
talmologie et nous fit le très grand
honneur d'accepter la présidence du
jury de notre thèse.

Qu'il veuille bien trouver ici le té-
moignage de notre respect, de notre
reconnaissance et de notre admira-
tion.

A Mademoiselle le Docteur Françoise ROUSSELIE

Qui nous a inspiré le sujet de cette
thèse.

Avec notre profonde gratitude pour
son aide et ses nombreux conseils.

A Messieurs

Le Docteur R. CAMPINCHI

Le Docteur A. FOREST

Le Docteur C. HAYE

Le Professeur Agrégé Y. M. POULIQUEN

Ophtalmologistes des Hôpitaux.

A Messieurs

Le Docteur G. COSCAS

Le Docteur Ph. DEMAILLY

Le Docteur J. HAUT

Le Docteur R. SICAULT

Chefs de clinique-assistants.

Ils ont bien voulu consacrer une grande partie de leur temps à notre enseignement.

Qu'ils soient remerciés de leur patience et assurés de notre gratitude.

A mes Maîtres dans les Hôpitaux de Paris :

Madame le Docteur Simone DELTHIL

Ophtalmologiste de l'Hôpital de Saint Denis.

Monsieur le Docteur L. POLLIOT

Ophtalmologiste de l'Hôpital Laënnec.

Monsieur le Docteur PAUTRAT

Médecin de l'Hôpital de Courbevoie.

Messieurs

1e Professeur P. MOLLARET

1e Professeur M. FEVRE

1e Professeur CHATELIN

1e Professeur R. MOREAU

1e Professeur SICARD

1e Professeur GARCIN

1e Professeur M. BARIETY

TABLE DES MATIERES

	Page
A. HISTORIQUE	1
I - Premières expériences	1
II - Chronologie générale	2
III - Organisation des travaux	5
1. Perfectionnement des appareils	5
2. Propriétés et comportement du faisceau ultrasonique	6
3. Valeur diagnostique de l'ultrasonogramme ...	7
B. PROPRIETES PHYSIQUES DES ULTRASONS	11
I - Définition	11
II - Qualités	11
III - Production des ultrasons	12
IV - Comportement des ultrasons	13
V - Conséquences pratiques dans le domaine des investiga- tions oculaires	15
C. L'ULTRASONOGRAPHE A	17
I - Les premiers appareils	17
II - Le générateur	17
III - La sonde	18
IV - L'oscillographe cathodique	19
D. ANATOMIE DU GLOBE OCULAIRE	21
I - Conformation générale du globe oculaire	21
II - Situation et dimensions de ses principaux éléments	24
III - L'orbite	26
IV - Intérêt de l'anatomie du globe oculaire dans le diagnostic ultrasonographique	28
E. TECHNIQUE D'EXAMEN	29
I - Installation du patient et de l'examineur	29
II - Conduite de l'examen	29
III - Les trois temps principaux	32
F. L'ULTRASONOGRAMME NORMAL	35
I - Chez un patient emmétrope	35
II - Variations physiologiques	37

G. LIMITES	39
I - Leurs causes	39
II - Les limites des diagnostics de nature, topographique et différentiel des tumeurs de l'uvée postérieure	40
II. L'ULTRASONOGRAMME INDUIT PAR LES NEOFORMA- TIONS MALIGNES DU CORPS CILIAIRE ET DE LA CHOROÏDE	43
I - Diagnostic positif	43
1. Généralités	43
2. Cas typiques et faciles	43
3. Cas difficiles	47
II - Diagnostic topographique	50
III - Diagnostic de nature	50
1. Naevocarcinome primitif	51
2. Métastases	52
I. DIAGNOSTIC DIFFERENTIEL	55
I - Décollements rétinien	55
II - Hémorragies du vitré	62
III - Rétinite proliférante	65
IV - Dégénérescences maculaires pseudo-tumorales ..	67
V - Angiomas	68
VI - Conclusions : rôle respectif de l'ultrasonographie et de la clinique	69
J. OBSERVATIONS	73
I - Tumeurs primitives de la choroïde	74
II - Tumeurs métastatiques de la choroïde	81
III - Tumeurs du corps ciliaire	86
IV - Exemples de diagnostic différentiel difficile	95
K. CONCLUSIONS	99
I - Intérêt de l'ultrasonographie dans les néoformations de l'uvée postérieure	99
II - Evolution actuelle de l'ultrasonographie	100
L. BIBLIOGRAPHIE	I à XIII

A

HISTORIQUEI - PREMIERES EXPERIENCES -

En 1949, George LUDWIG et Francis STRUTHERS étudient les possibilités d'exploration des fonds sous marins par les ultrasons. Ils s'attachent ensuite à l'étude de la réflexion des ultrasons sur des corps étrangers (métal, bois, verre et matières plastiques) inclus expérimentalement dans différents tissus organiques. En réalité, l'utilisation médicale des ultrasons à des fins diagnostiques avait été introduite par DUSIK en 1942. En effet, il s'en servit le premier dans l'exploration d'anomalies cérébrales. Cependant, cette méthode n'avait pas donné à l'époque les espoirs qu'on attendait d'elle. Après les travaux de LUDWIG et STRUTHERS, WILD et REID, en 1952, apportent des précisions importantes ; étudiant les tumeurs malignes du sein, ils arrivent à la conclusion suivante :

Les tumeurs malignes du sein produisent des échos plus importants que ceux réfléchis par les tumeurs bénignes ou les tissus sains. Ils obtiennent ces résultats en utilisant pour la première fois l'ultrasonographie B.

En 1956, G. H. MUNDT et W. H. HUGUES étudient les propriétés biophysiques des ultrasons et pour la première fois leurs possibilités d'application au diagnostic des affections oculaires.

Ils utilisent l'ultrasonographie A, unidirectionnelle (nous verrons ultérieurement ses principes au chapitre C).

Leur étude porte sur les points suivants :

- 1 - la possibilité de différencier avec une probabilité intéressante le décollement idiopathique du décollement tumoral.
- 2 - le diagnostic et la recherche des corps étrangers intra-oculaires, en particulier des corps étrangers non opaques aux rayons X.
- 3 - l'aspect des échos réfléchis par un rétinoblastome. Cette recherche est faite sur un globe énucléé ; la caractéristique des échos réfléchis par les tissus du rétinoblastome est de posséder une amplitude supérieure à celle des échos réfléchis par du tissu sain. Ils rejoignent en cela les conclusions de WILD et REID. L'étude du comportement ultrasonographique d'un cas de mélanosarcome de la

choroïde leur permet de dire, de la même façon, que le tissu tumoral entraîne une réflexion des ultrasons beaucoup plus nette que celles des tissus sains.

4 - la traduction ultrasonographique d'un cas de fibroplasie rétrolentale.

5 - une étude expérimentale : elle consiste à inclure des fragments de pièces tumorales dans l'espace suprachoroïdien d'un oeil de porc. Cette méthode confirme les résultats ci-dessus énoncés.

6 - l'utilisation diagnostique des ultrasons sur des tumeurs de l'utérus ou des tumeurs du sein.

Dans tous les cas précités, ils retrouvent, d'une part une augmentation de l'amplitude des échos réfléchis par des tissus néoformés par rapport à ceux réfléchis par les mêmes tissus sains ; d'autre part, ils peuvent déterminer la distance approximative qui sépare la paroi antérieure de la néoformation des constituants anatomiques du globe.

MUNDT et HUGUES utilisaient une fréquence de 4 à 10 mégacycles. Ils reconnaissaient cependant à leur appareillage des inconvénients et des limites qui seront étudiés au chapitre C.

Pour obtenir des conclusions vraiment intéressantes, il leur aurait fallu un appareillage plus perfectionné.

L'utilisation de l'ultrasonographie A ne s'est parfaitement développée qu'à partir de 1957.

A cette date, OKSALA et ses collaborateurs apportent des précisions d'une part sur les possibilités plus perfectionnées d'appareillage (exploration du globe grâce à une sonde plus maniable, tenue à la main) d'autre part, sur la traduction ultrasonographique des différentes lésions du globe oculaire.

Tous les auteurs ont essayé par la suite de préciser la valeur de leurs appareils respectifs, de les améliorer et, par là même, de fournir des données diagnostiques plus précises.

°
° °

II - Après les premiers travaux de MUNDT et HUGUES, nous noterons plus particulièrement et ce, par ordre chronologique, les travaux effectués par les auteurs suivants :

- OKSALA et Collaborateurs (1958-1959) étudient l'utilisation de l'ultrasonographie dans le décollement de rétine, le décollement choroïdien et le mélanosarcome.
- NOVER et Collaborateurs (1960) s'attachent au diagnostic des tumeurs intra-oculaires.
- ALAJMO (1960), expose les résultats ultrasonographiques obtenus dans différentes lésions oculaires.
- LÖPPING (1962) relate une série de travaux expérimentaux et cliniques au sujet des tumeurs intra-oculaires.
- VANYSEK et Collaborateurs (1962) reprennent le même sujet.
- BUSCHMANN (1963) insiste sur les données diagnostiques et les limites de l'ultrasonographie à propos des tumeurs et des décollements.
- JANSSON (1963) apporte des précisions quant au comportement du faisceau ultrasonique dans les milieux oculaires.
- OISSONIG (1963 et 1965) reprend l'étude critique du diagnostic des tumeurs intra-oculaires.
- BRONSON (1965) s'attache au diagnostic topographique des lésions oculaires au moyen des ultrasons.
- GERNET et HENNEWIG (1966) apportent des précisions sur les mesures biométriques.

Nous nous cantonnerons volontairement dans notre historique aux publications faites jusqu'en 1967 inclus.

°
° °

A la lecture de ces diverses publications, il ressort que :

1 - Au début :

Les auteurs se sont contentés :

- a - de décrire les ultrasonogrammes obtenus lors de l'étude :
 - du mélanosarcome : OKSALA (1957 et 1958), BAUM et GREENWOOD (1958), NOVER et GERBAULET (1960), BUSCHMANN et HAUFF (1960).
 - du rétinoblastome : OKSALA et LEHTINEN (1957), OKSALA (1959).

- du décollement de rétine : OKSALA (1959), NOVER et STALLKAMP (1960).

b - de préciser certaines de leurs particularités (notamment amplitude et localisation), les conditions techniques dans lesquelles ils ont pu obtenir des résultats intéressants et les caractéristiques de l'appareillage utilisé avec ses avantages et ses inconvénients.

- 2 - Après cette première période, viennent de nombreuses publications qui donnent les limites de cette méthode d'investigation, en particulier de 1960 et 1964.

Les différents auteurs s'attachent alors à une étude critique des résultats obtenus :

OKSALA (1959), BUSCHMANN et HAUFF (1960), NOVER et GERBAULET (1960), OKSALA (1961 et 1962), LÖPPING (1962).

Ils arrivent à des résultats concordants :

1 - Non seulement il est difficile de différencier une tumeur maligne d'une tumeur bénigne, mais encore la différenciation entre les tumeurs et les autres anomalies intra-oculaires (hématoïme, angiome, caillot, inflammation, prolifération gliale) n'est pas possible.

2 - La distance minimale explorable par l'ultrasonographie entre des surfaces de séparation est évaluée par les différents auteurs entre 1 et 2 millimètres (une étude détaillée en est faite au chapitre G).

- 3 - Au cours des quatre dernières années, ayant pris connaissance de toutes ces imperfections, les auteurs se sont attachés :

- 1 - par le perfectionnement du matériel employé :

PURNELL et SOKOLU (1962)
OKSALA (1962)
YAMAMOTO (1963)
BUSCHMANN (1963 et 1965)

- 2 - par les études expérimentales :

OKSALA et Collaborateurs (1962, 1964 et 1966)
VANYSEK et Collaborateurs (1962)
BUSCHMANN (1965 et 1966)
OISSONIG (1965)

à apporter une amélioration au diagnostic ultrasonographique des lésions oculaires.

III - Les recherches et les publications se sont donc considérablement développées et diversifiées de 1957 à 1967.

Celles-ci concernent :

1 - la valeur des différents appareils utilisés et leur perfectionnement en ce qui concerne l'ultrasonographie A.

2 - l'étude des propriétés biophysiques du faisceau ultrasonique et son comportement dans les milieux oculaires.

3 - l'interprétation et la valeur diagnostique de l'ultrasonogramme obtenu à partir des différentes lésions oculaires.

1 - La valeur et le perfectionnement des appareils employés en ultrasonographie A :

- Les premières expériences tentées par MUNDT et HUGUES étaient effectuées avec une sonde peu maniable (ce qui entraînait de nombreux artéfacts). Le temps d'enregistrement réel était relativement très court par rapport à la durée de l'examen. Les échos enregistrés présentaient une amplitude relativement faible notamment en ce qui concernait les interfaces du cristallin et de la paroi postérieure du globe.

- En 1957, OKSALA et LEHTINEN utilisent un matériel infiniment plus commode : la sonde est beaucoup plus sensible, elle se manie à la main. Les artéfacts sont moins nombreux. La sensibilité est plus grande ; les échos sont plus amples. Le temps d'enregistrement est beaucoup plus important. Il est possible d'examiner l'oeil dans différentes positions.

- En 1962, OKSALA et d'autres chercheurs mentionnent les difficultés qu'ils rencontrent dans la confrontation de leur expérience en raison des différences considérables de fabrication, de qualité et de caractéristiques du matériel utilisé.

Ils insistent sur la nécessité d'une standardisation.

Ils s'attachent particulièrement à déterminer les propriétés de leurs appareils par différentes expériences.

- En 1963, BUSCHMANN présente une sonde qui permet parallèlement à l'exploration ultrasonographique de visualiser l'impact intra-oculaire à explorer.

- En 1965, BUSCHMANN étalonne l'énergie du faisceau d'ultrason émis par son appareil en utilisant un bain de paraffine.

- En 1966, il détermine les dimensions du cristal piezo électrique qui donne les meilleurs résultats ultrasonographiques. (sonde circulaire de 5 mm. de diamètre ou rectangulaire de 2 sur 6 millimètres).

2 - L'étude des propriétés et du comportement du faisceau ultrasonique dans les milieux biologiques, en particulier lors de l'exploration du globe oculaire normal ou pathologique :

- Le faisceau d'ultrasons produit par l'appareillage utilisé par MUNDT et HUGUES présentait des caractères mal définis.

Il n'était pas possible à l'époque d'en préciser le comportement en fonction de variables physiques.

En particulier, aucune étude cinétique en fonction de l'intensité n'était possible à l'époque.

- BEGUI fut le premier en 1954 à mesurer la vitesse du faisceau d'ultrasons dans la chambre antérieure, le vitré et le cristallin d'un oeil de chat.

- En 1957, OKSALA et LEHTINEN définissent la fréquence optimale à imprimer au quartz piezo électrique dans le diagnostic des lésions oculaires : de 4 à 10 mégacycles.

- En 1958, les mêmes auteurs mesurent la vitesse des ultrasons dans la cornée, la chambre antérieure, le cristallin, le vitré et la sclère. Les résultats obtenus sont confirmés en 1962 par les études de LÖPPING.

- En 1962, VANYSECK et ses collaborateurs ont apporté des précisions sur les variations d'indice acoustique des tissus normaux ou pathologiques et sur leur valeur diagnostique.

- En 1963, JANSSON étudie les effets de la température sur la vitesse des ultrasons.

- En 1965, BUSCHMANN étalonne le pouvoir de pénétration des ultrasons en fonction de l'intensité. Il mesure leur résolution en profondeur et en largeur à l'aide de fils minces.

Il insiste sur l'importance de la mesure de la longueur d'onde des ultrasons et de leur fréquence.

La même année, OSSOINIG teste l'intensité du faisceau ultrasonique en utilisant des impacts biologiques tels que différents tissus tumoraux.

- En 1965, GERSTNER émet l'opinion qu'il existe pour chaque sorte d'impact une zone d'intensité spécifique. Ainsi un enregistrement et un diagnostic plus sûrs peuvent être obtenus notamment dans les cas pathologiques.

- En 1966, OKSALA insiste sur la valeur fondamentale de la modulation du faisceau d'ultrasons ; en particulier, la recherche de la zone de meilleure intensité en fonction de la localisation et de la nature de la lésion. Il entreprend dès 1964 des études approfondies sur le comportement du faisceau d'ultrasons vis-à-vis du cristallin et de la cataracte scléro-choroïdienne.

Il utilise comme matériau d'expérimentation une petite sphère de métal ou un disque plat.

L'énergie du faisceau d'ultrasons émis par le transducteur est mesurée par WELLS, BULLEN et FREUNDLICH au moyen d'un pendule immergé et par GORDON et KOSSOF au moyen d'échelles de pression acoustique.

"Cette mesure est d'un grand intérêt pour le perfectionnement des transducteurs. Actuellement, la valeur énergétique globale peut seule être mesurée et non l'énergie d'une pulsation isolée".

BUSCHMANN (1966) mesure l'énergie du faisceau par la distance de pénétration dans un bain d'huile.

3 - L'interprétation et la valeur diagnostique de l'ultrasonogramme obtenu à partir des différentes lésions oculaires sont également analysées avec plus de précision au fur et à mesure des progrès successifs effectués pendant ces dix dernières années.

MUNDT et HUGUES reconnaissent déjà les analogies ultrasonographiques du rétinoblastome et du mélanosarcome et n'obtenaient pas d'échos différenciables pour des distances inférieures à 2 mm. d'épaisseur.

Nous avons vu, dans la partie précédente, les études expérimentales et cliniques des différents chercheurs sur l'ultrasonographie des lésions oculaires.

En ce qui concerne plus particulièrement les tumeurs de la partie postérieure de l'oeil :

- En 1959, OKSALA confirme la similitude des enregistrements obtenus sur des globes atteints de rétinoblastome et de mélanosarcome.

- En 1961, il pense que le diagnostic différentiel des tumeurs entre

elles est impossible pas plus que celui d'un caillot fibrineux ou sanguin et d'une tumeur.

NOVER et GERBAULET (1960) s'attachent aux données qui permettent de différencier le décollement de rétine idiopathique du décollement de rétine tumoral. Ils notent les similitudes ultrasonographiques enregistrées à partir d'une rétinite proliférante, d'une hémorragie prérétinienne, d'une tumeur bénigne et d'une tumeur maligne.

OKSALA (1962) différencie nettement deux groupes d'ultrasonogrammes :

- d'une part ceux obtenus par la réflexion des ultrasons sur une rétine décollée ou un corps étranger,
- d'autre part les ultrasonogrammes obtenus à partir d'opacités du vitré.

LÖPPING (1962) obtient sur 16 cas de tumeurs intra-oculaires autant de diagnostics ultrasonographiques positifs.

PREISOVA et VANYSECK (1965) d'une part et BUSCHMANN (1965) d'autre part s'attachent particulièrement à démontrer la nécessité d'une épaisseur minimum de la tumeur pour pouvoir enregistrer des échos pathologiques. Ce dernier souligne l'intérêt des enregistrements sous différentes intensités.

OSSOINIG (1965) tire des conclusions analogues : il admet que si les échos tumoraux sont caractéristiques, ils ne sont malheureusement pas spécifiques. Cependant, contrairement aux autres auteurs, il écrit que des tumeurs histologiquement dissemblables peuvent se différencier ultrasonographiquement.

BUSCHMANN (1966) relate ses expériences sur le comportement du faisceau ultrasonique vis-à-vis de différents tissus fraîchement prélevés (graisse, muscle, coeur, rein, rate, foie). Il montre que le foie est de tous les tissus normaux, celui qui réfléchit le faisceau de la manière la plus proche des tissus tumoraux.

Dans la même année, OISSONIG recommande de pratiquer l'expérimentation sur des tissus tumoraux traités au formol. Mais la coagulation des protéines en modifie les conditions acoustiques.

G. BAUM (1966) remarque que différents auteurs ont effectué des statistiques où le pourcentage d'erreurs diagnostiques sur des globes énucléés pour tumeur intra-oculaire sont de 10 à 50 %

entre le diagnostic clinique et le diagnostic anatomo-pathologique. Il pense que l'ultrasonographie peut contribuer à réduire considérablement ce pourcentage et à apporter des critères de diagnostic plus précoces.

En conclusion, tout au long de ces dix dernières années, l'ultrasonographie a bénéficié d'apports considérables dans ses applications au diagnostic des affections oculaires. L'amélioration des appareils, leur meilleure utilisation, les études expérimentales et la connaissance des limites de l'ultrasonographie, bien codifiées, donnent actuellement une valeur certaine aux conclusions diagnostiques.

B

PROPRIETES PHYSIQUES DES ULTRASONSI. DEFINITION -

Les ultrasons sont des vibrations de la matière. Ils ne se propagent pas dans le vide et se propagent mal dans l'air.

II. QUALITES -

Les ultrasons sont caractérisés comme toute vibration par leur longueur d'onde, leur vitesse de propagation et leur fréquence.

1 - Leur vitesse de propagation est fonction de la nature du corps traversé, de sa température, de son degré de viscosité et de sa densité.

2 - Leur fréquence est mesurée en cycles par seconde. Les sons audibles vont de 16 à 16.000 cycles par seconde. Au-dessous de cette fréquence, se situent les infrasons. Au-dessus, c'est-à-dire de 16.000 à 100 millions de cycles par seconde, se situent les ultrasons.

Pour les hautes fréquences, l'unité employée est le mégacycle qui correspond à 1 million de cycle par seconde.

Dans l'éventail des ultrasons, on distingue :

a - les faibles fréquences, comme celles du sonar utilisé pour les relevés des fonds sous-marins, autour de 40.000 cycles/seconde.

b - des fréquences plus élevées, employées par exemple en écho-encéphalographie, de l'ordre de 2 mégacycles.

c - les fréquences couramment appliquées aux investigations diagnostiques de l'oeil se situent entre 4 et 20 mégacycles avec une zone préférentielle située entre 6 et 12 mégacycles (OKSALA, 1966).

Il est possible de mesurer la fréquence du faisceau d'ultrasons quand on connaît la distance qui sépare deux surfaces réfléchissantes de référence et la vitesse des ultrasons employés.

En biologie, les fréquences utilisées doivent être d'autant plus élevées que la région à explorer est plus petite et la transmission dans le milieu la constituant meilleure.

III. PRODUCTION DES ULTRASONS -

Les appareils qui transforment l'énergie électrique en énergie acoustique sont des transducteurs.

Les deux procédés utilisés pour la production des ultrasons sont d'une part la magnéto-striction, d'autre part la piezo-électricité.

1 - La magnéto-striction -

Une série de plaques métalliques placées dans l'axe d'un solénoïde parcouru par un courant alternatif subit des variations périodiques de longueur. Celles-ci donnent naissance à des ultrasons. Ce procédé permet d'obtenir des vibrations de fréquence assez basse, utilisées par exemple dans le Sonar.

2 - La piezo-électricité -

Les applications médicales nécessitant des fréquences beaucoup plus élevées, il est nécessaire d'utiliser le quartz piezo-électrique. Il s'agit d'un cristal sur les faces parallèles duquel sont appliquées des électrodes métalliques. Ces électrodes sont reliées à un générateur de courant alternatif à haute fréquence.

La production d'élongations et de raccourcissements rapides et réguliers du cristal donne naissance à des ultrasons.

Pour un cristal émettant dans l'air ou isolé de milieux provoquant un amortissement du faisceau, la fréquence ultrasonique est pratiquement égale à la fréquence propre du cristal.

Suivant l'aménagement du cristal inclus dans son transducteur, le cristal est contraint d'une part par le système de montage dans le transducteur, d'autre part par l'organe dans lequel il rayonne.

En effet, la forme de l'onde émise et par conséquent sa fréquence sont imposées par le signal électrique d'émission, donc par le générateur électrique (on parle de vibrations ou oscillations forcées).

Par contre, à la réception la forme et la fréquence du signal délivré par le Quartz sont imposées par l'épaisseur du quartz.

Dans les transducteurs actuels, on utilise également des céramiques ferro-électriques.

Celles-ci possèdent les mêmes qualités piezo-électriques que le quartz. Elles ont l'avantage d'avoir des performances supérieures dans le domaine de l'efficacité.

En effet, le rapport de l'énergie acoustique produite et de l'énergie électrique du générateur est meilleure.

Au retour de l'onde ultrasonique, le rendement inverse est plus important.

IV. COMPORTEMENT ET TRANSMISSION DES ULTRASONS EN FONCTION DES MILIEUX TRAVERSES -

Comme le faisceau lumineux, le faisceau d'ultrasons se propage en ligne droite.

Se propageant dans un milieu d'indice acoustique déterminé et arrivant sur la surface de séparation de deux milieux différents, le faisceau d'ultrasons va subir une série de modifications :

Ce sont la diffusion, la réflexion, la réfraction et l'absorption.

Seules la réflexion et la réfraction obéissent à des lois simples. L'énergie globale du faisceau incident est répartie en proportions variables entre ces quatre facteurs.

Ces proportions dépendent essentiellement de la nature des milieux traversés.

BAUM et GREENWOOD définissent l'impédance acoustique Z d'un milieu considéré comme le produit de la vitesse des ultrasons dans celui-ci par sa densité.

1 - La réflexion peut être totale ou partielle. Le faisceau réfléchi peut soit garder sa forme, soit diffuser quand la réflexion est incomplète. Trois autres facteurs rentrent alors en jeu : diffusion, réfraction et absorption.

Dans tous les cas, l'angle de réflexion est égal à l'angle d'incidence par rapport à la normale au point de réflexion.

Le coefficient de réflexion correspond au rapport de l'énergie du faisceau réfléchi sur l'énergie globale du faisceau émis.

Le coefficient de réflexion (Z) au niveau de la surface de séparation de 2 milieux acoustiquement différents est :

$$Z = \frac{z^2 - z^1}{z^2 + z^1}$$

où z^1 est l'impédance acoustique du 1^{er} milieu et z^2 celle du deuxième milieu.

Par exemple, dans le cas d'un dioptré métal-eau, le coefficient de réflexion est de 4/5.

Un cinquième seulement de l'énergie émise est transmis au niveau de l'eau. Nous pouvons grossièrement assimiler ce dioptré au dioptré métal du transducteur/enveloppes oculaires.

L'utilisation d'une matière plastique permet d'améliorer notablement ce coefficient (1/2).

Dans le cas d'un dioptré air-eau, un millième seulement de l'énergie ultrasonique pénètre dans le milieu aqueux, d'où l'application pratique qui en découle : l'examineur doit éviter l'interposition d'air sur le trajet du faisceau ultrasonique.

2 - La réfraction obéit à la loi suivante :

$$\sin i = n \sin r$$

ou i est l'angle d'incidence,

r " l'angle de réfraction,

n " l'indice acoustique propre aux milieux considérés.

Cet indice est fonction de la vitesse respective du faisceau ultrasonique dans chacun des deux milieux.

3 - L'absorption concerne la déperdition d'énergie à l'intérieur du milieu traversé.

Le pouvoir d'absorption dans un milieu considéré dépend de la matière qui le constitue, définie par sa densité, par sa rigidité (ou à l'inverse par son élasticité) et par son état physique (cristallisé ou amorphe).

Compte tenu de la structure physique du milieu traversé (cristallisé ou amorphe, solide ou liquide), les pertes d'énergie sont proportionnelles au carré de la fréquence du faisceau d'émission pour un milieu défini.

V. Nous pouvons dès maintenant déduire des propriétés physiques du faisceau ultrasonore un certain nombre de conséquences pratiques applicables au domaine particulier de l'investigation oculaire :

1 - Le globe oculaire constitue un ensemble de milieux acoustiquement différents dont les surfaces de séparation sont précises et de forme géométrique définie. Chacun de ces milieux est intrinsèquement homogène.

2 - Pour obtenir un enregistrement quelconque, il faudra que la quantité d'énergie réfléchie soit suffisante ; la perte d'énergie par diffusion ou par absorption constituera une gêne considérable pour l'examen.

Seul le faisceau réfléchi est utilisé dans le diagnostic ultrasonographique. Encore faut-il que l'énergie du faisceau incident et les caractéristiques du milieu traversé permettent au faisceau d'atteindre le point désiré.

L'absorption d'énergie est considérable au niveau du cristallin et des tissus pathologiques ; la réflexion à leur niveau serait seulement de l'ordre de 1 %, d'où la nécessité d'un haut pouvoir de pénétration et d'une grande sensibilité au niveau du transducteur, d'un pouvoir d'analyse suffisant au niveau du système de transmission ou d'amplification.

3 - La surface séparant deux milieux acoustiquement différents se nomme interface. Un milieu acoustiquement homogène ne réfléchit pas d'écho.

Les échos réfléchis sont d'autant plus faciles à recueillir que l'interface les fait converger sur la sonde : une surface concave réfléchit des échos plus nets qu'une surface plane et à plus forte raison qu'une surface convexe. Quand il existe plusieurs surfaces concaves (par rapport au point d'émission), les échos sont plus faciles à obtenir pour la surface dont le foyer est près de la sonde. Autrement dit, la surface concave la mieux explorée est celle dont le foyer est le plus près du lieu d'émission (il faudra cependant tenir compte de l'incidence et de l'ouverture du faisceau).

4 - Les faisceaux d'ultrasons produits par les transducteurs actuellement sur le marché ont une forme légèrement divergente qui entraîne au niveau des interfaces une plus grande dispersion, notamment par réfraction, lors du passage dans les milieux successifs de l'oeil.

La précision du repérage topographique reste donc approximative ; par contre, la chance statistique de réceptionner l'écho réfléchi est plus importante, en particulier quand il s'agit d'interfaces obliques par rapport au faisceau incident.

5 - La distance qui sépare deux échos sur l'écran de l'oscillographe cathodique est proportionnelle au double du temps mis par le faisceau pour effectuer le trajet entre les interfaces correspondant à ces deux pics. Il est possible de déterminer la distance qui sépare deux interfaces. (Pour cela on emploie un étalon en acier, ou des marqueurs de temps électroniques, dont les références sont soit fixées définitivement, soit interchangeables. L'emploi d'un interféromètre est également possible, mais son maniement reste délicat).

L'amplitude du pic enregistré est grossièrement proportionnelle à la quantité d'énergie du faisceau réfléchi par l'interface. Ces données sont d'ailleurs caractéristiques de l'ultrasonographie A.

Il s'agit là d'approximations, en effet :

a - la vitesse de propagation des ultrasons varie d'un milieu à l'autre, donc la mesure des distances intraoculaires subit des fluctuations dont il n'est pas possible de tenir compte.

b - Le faisceau réfléchi, après avoir traversé plusieurs milieux acoustiquement hétérogènes, subit également, au retour, des phénomènes de réflexion et d'absorption multiples.

La déperdition énergétique est beaucoup plus importante pour les interfaces situées à distance du lieu d'émission.

Cependant, la connaissance ultrasonographique du milieu oculaire exploré permet par le choix :

- 1 - du diamètre de la sonde,
- 2 - de sa fréquence,
- 3 - de la puissance d'émission

de retrouver une certaine "approximation" entre l'amplitude du pic et la consistance acoustique du tissu exploré.

C

L'ULTRASONOGRAPHIE A

L'ultrasonographe A comprend essentiellement :

- un générateur d'impulsions électriques,
- une sonde,
- un oscillographe cathodique.

I. LES PREMIERS APPAREILLAGES -

En 1956, MUNDT et HUGUES utilisaient déjà dans leurs investigations un ensemble de ce type.

La sonde comportait notamment un cristal de quartz piezo-électrique.

Ils utilisaient par contre comme unité de recherche un tube rempli d'une solution isotonique fermé par une membrane de caoutchouc appliquée sur l'oeil.

Pour éviter les artéfacts résultant des mouvements imposés à la membrane, ils étaient obligés d'inclure le tube explorateur dans un deuxième tube de matière plastique reposant sur les paupières et rempli lui aussi de sérum isotonique. Leur appareillage produisait un enregistrement discontinu : pour une application de 20 minutes, ils obtenaient un enregistrement ultrasonique d'un dixième de seconde.

Nous avons vu au chapitre A les améliorations successives apportées notamment par OKSALA, BUSCHMANN et GERNET à l'appareillage utilisé en ultrasonographie A, basé sur la variation d'amplitude.

°
° °

II. LE GENERATEUR produit et transmet à la sonde l'énergie électrique soit sous forme d'un courant alternatif à haute fréquence soit sous forme d'impulsions électriques très brèves (de 0,1 à 0,2 microsecondes environ).

Il est intéressant de noter que le pouvoir de séparation et

la précision sont d'autant meilleurs que l'impulsion d'émission est plus brève.

La puissance d'émission est réglable.

L'énergie couramment employée varie selon les auteurs de 0,5 watts à 20 watts par centimètre carré.

III. LA SONDE -

1 - La sonde courante :

La sonde est un instrument à double mission : elle est à la fois émettrice et réceptrice. Elle se compose essentiellement soit d'un quartz piézo-électrique, soit d'une céramique ferro-électrique.

Du fait de sa double mission, le fonctionnement de la sonde est intermittent et périodique : en effet, le quartz ou la céramique doivent avoir alternativement un rôle émetteur et un rôle récepteur. La fréquence de fonctionnement est très élevée (de 4 à 20 mégacycles).

La largeur du faisceau incident dépend du type de sonde utilisé.

L'idéal serait d'utiliser un faisceau d'exploration le plus mince possible pour que la région à explorer le soit avec le maximum de certitude et qu'il y ait le moins de dispersion possible.

Cependant, les sondes usuelles ne le permettent pas. Elles émettent un faisceau légèrement divergent.

Les chances statistiques de captation du faisceau réfléchi sont fonction d'une part de la section du faisceau incident, d'autre part de la surface sensible de la base de la sonde (de son diamètre quand celle-ci est circulaire).

Le diamètre des sondes varie selon les modèles de 2 à 10 millimètres. La surface efficace du quartz lui est généralement proportionnelle (1,5 à 7 mm.).

Le transducteur ne se caractérise pas seulement par la fréquence et l'énergie du faisceau ultrasonique qu'il émet, mais aussi par ses qualités de réception, sa sensibilité et son système de transmission des signaux recueillis.

Dans l'ultrasonographie A, la sonde est fixe, maintenue par un support ou par la main de l'examineur.

Seul est enregistré l'écho du globe oculaire dans la direction choisie.

L'exploration et l'enregistrement sont donc unidirectionnels.

2 - Les autres types de sondes :

a - Des sondes ont été conçues pour permettre de mener de front l'investigation ultrasonographique et l'investigation ophtalmoscopique. On utilise un transducteur miniaturisé (BUSCHMANN, 1966).

L'orientation du faisceau ultrasonographique est ainsi plus précise et cette précision donne de meilleurs résultats lorsqu'il s'agit de lésions de petite taille.

b - D'autres sondes sont conçues pour être adaptées à une ventouse de succion par l'intermédiaire d'une lentille de contact. Elles peuvent alors suivre les mouvements du globe et éliminent ainsi certains artéfacts.

c - La sonde à embout qui permet l'exploration par voie directe en déplaçant l'impulsion de départ.

C'est une sonde usuelle sur laquelle est accolée un cylindre de plexiglass ou un cylindre d'eau. Elle permet d'obtenir un délai dans l'inscription des échos sur l'écran, mettant ainsi en évidence l'interface de contact entre la sonde et le premier milieu exploré, en l'occurrence la cornée.

d - Avec les sondes habituelles, il est difficile d'explorer la partie pré-équatoriale du globe par voie indirecte. Pour cette investigation des sondes à manche plat ont été conçues. Celles-ci peuvent être droites ou courbes. Leur courbure épouse alors celle du globe oculaire et permet d'atteindre le fond des culs de sac conjonctivaux. Elles peuvent ainsi explorer par voie indirecte la partie antérieure de l'oeil.

Les sondes courbes ainsi conçues sont munies d'un transducteur incorporé, miniaturisé dans le sens de l'épaisseur.

Elles comportent, en outre, deux éléments piézo-électriques séparés : l'un pour l'émission,
l'autre pour la réception.

IV. L'OSCILLOGRAPHE CATHODIQUE -

Les signaux électriques provenant de la sonde sont d'abord amplifiés, mis en forme, puis appliqués aux deux paires de plaques d'un tube cathodique.

1 - La sensibilité ou gain de l'amplificateur est réglable par l'utilisateur. Le coefficient d'amplification varie entre 100 et 100.000.

2 - La mise en forme consiste à sélectionner une seule alternance du signal reçu. Elle permet d'obtenir une présentation plus commode et plus lumineuse sur l'écran.

Un système de seuil permet d'éliminer les échos parasites gênants provenant soit de l'appareillage soit des milieux explorés.

3 - Le tube cathodique permet de visualiser les signaux électriques.

4 - Il est possible de fixer l'image apparaissant sur l'écran et constituant un document définitif d'examen et de référence par l'enregistrement photographique de clichés séparés ou successifs.

BUSCHMANN (1966) utilise une caméra 35 mm. à relais électromagnétique et moteur électrique. Cela permet de prendre des photos en succession rapide. Un système de comptage permet de numérotter chaque photographie de l'écran cathodique.

La position correspondante du transducteur sur l'oeil, la puissance et la sensibilité choisies sont notées en même temps que le numéro de l'image sur le compte rendu. Ceci permet d'éviter des erreurs.

Chaque type de sonde, de fréquence différente, doit entraîner une modification des circuits du générateur (largeur de l'impulsion) et l'amplificateur (fréquence d'accord). En général, la commande de ces deux circuits s'effectue par un bouton unique.

D

ANATOMIE DU GLOBE OCULAIRE

Pour bien utiliser ce mode d'investigation, pour comprendre et interpréter les tracés obtenus, il est nécessaire de connaître l'anatomie du globe oculaire, selon les différents axes notamment.

Nous nous attacherons plus particulièrement à l'étude :

- 1 - de la conformation de l'oeil, de la situation respective de ses principaux éléments,
- 2 - de leurs dimensions et notamment de leur épaisseur,
- 3 - des facteurs anatomiques oculaires et annexiels qui gênent, limitent ou occasionnent des variations physiologiques de l'ultrasonogramme.

Nous éluderons volontairement dans notre description les données anatomiques qui ne se traduisent par aucune manifestation ultrasonographique ou n'entraînent aucune conséquence technique pour l'examineur.

I. L'oeil est irrégulièrement sphérique -

1 - Son diamètre moyen est de 23 millimètres.

2 - Les parois de cette sphère sont :

- en avant, la cornée qui en représente le tiers,
- en arrière, et de dehors en dedans, le sclérotique, la choroïde et la rétine qui en représentent les deux tiers.

- La cornée est proéminente en avant, sous la forme d'un segment de sphère de plus petit rayon de courbure que la paroi postérieure

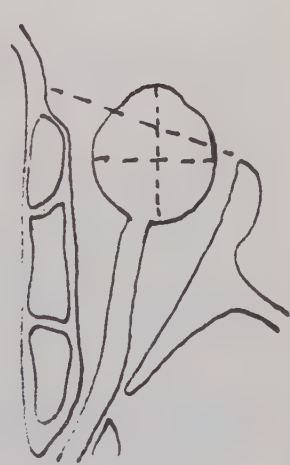
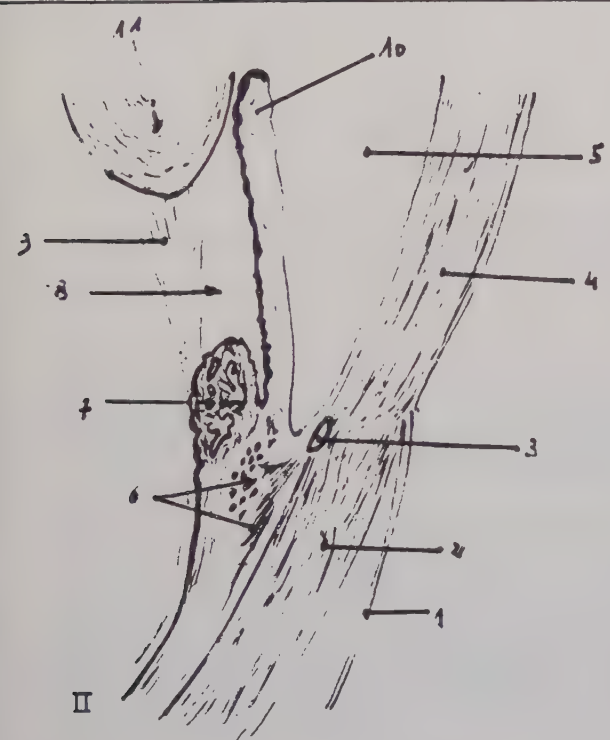
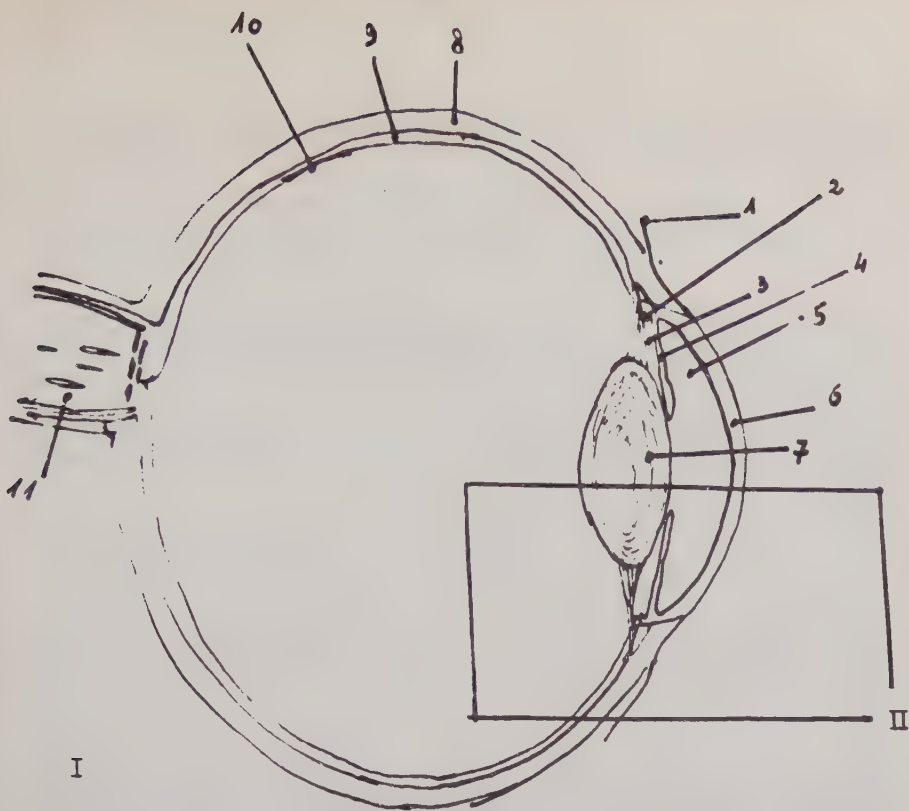
Fig. I - Coupe sagittale du globe oculaire

- 1 - Conjonctive
- 2 - Zonule de Zinn
- 3 - Chambre postérieure
- 4 - Iris
- 5 - Chambre antérieure
- 6 - Cornée
- 7 - Cristallin
- 8 - Sclérotique
- 9 - Choroïde (Uvée postérieure)
- 10 - Rétine
- 11 - Nerf optique

Fig. II - Coupe du corps ciliaire, de l'iris, de la zonule de Zinn et du limbe scléro-cornéen

- 1 - Conjonctive
 - 2 - Sclérotique
 - 3 - Canal de Schlemm
 - 4 - Cornée
 - 5 - Chambre antérieure
 - 6 - Muscle ciliaire
 - 7 - Procès ciliaires
 - 8 - Chambre postérieure
 - 9 - Zonule de Zinn
 - 10 - Iris (uvée antérieure)
 - 11 - Cristallin
- } corps ciliaire (uvée antérieure)

Fig. III - Coupe horizontale de l'orbite et du globe oculaire



III

du globe. Par suite, le diamètre antéro-postérieur du globe est plus grand que les autres.

Il mesure 25 millimètres alors que les diamètres vertical et transversal mesurent 23 millimètres (ROUVIERE).

3 - Cette sphère est pleine. Sa consistance ferme est due à la pression qu'exercent sur la paroi du globe oculaire les liquides que celui-ci contient. Le contenu forme l'ensemble des milieux physiologiquement transparents de l'oeil.

Il comprend d'avant en arrière selon l'axe antéro-postérieur :

- l'humeur aqueuse
- le cristallin
- le vitré.

Le globe oculaire présente deux pôles situés aux extrémités de l'axe antéro-postérieur, des méridiens et des parallèles (dont l'équateur).

II. L'étude analytique des constituants de cette sphère, leur situation et leurs dimensions respectives sont essentielles à connaître pour l'utilisation diagnostique de l'ultrasonographie. Nous aborderons successivement :

- 1 - Les parois :
 - cornée
 - sclère
 - choroïde
 - rétine
- 2 - Leur contenu :
 - humeur aqueuse
 - cristallin
 - vitré.

1 - La cornée :

Elle est épaisse, in vivo, de 0,53 à 0,54 millimètres au centre, (de 0,5 à 0,7 selon les auteurs), vers la périphérie, son épaisseur s'accroît d'environ 50 %.

Elle est formée d'un segment de sphère de consistance homogène. Ses parois sont convexes en avant. Elle est située à la partie antérieure de l'oeil.

Sa face antérieure présente un diamètre différent selon le méridien vertical (11 mm.) et selon le méridien horizontal (12 mm.). Son rayon de courbure est de 7,8 mm.

Sa face postérieure a un diamètre régulier de 13 mm. Son rayon de courbure est de 6,50 mm.

La cornée constitue le prolongement antérieur de la sclérotique. Sa limite externe est circonférencielle : c'est le limbe. Celui-ci a un diamètre de 13 mm.

Le centre de la cornée est situé à 2,68 mm. en avant du plan frontal passant par le limbe.

2 - Le cristallin se présente comme une lentille biconvexe orientée également dans un plan frontal centré sur l'axe antéro-postérieur du globe.

Il est situé entre : en avant, l'humeur aqueuse, l'iris et la pupille et en arrière le vitré.

Son épaisseur moyenne est de 4 à 5 mm. Le rayon de courbure de sa face antérieure, convexe en avant, est de 10 à 11 mm. Le rayon de courbure de sa face postérieure, concave en avant est de 6 mm. Son pôle antérieur est situé à 4,5 mm. en moyenne du pôle de la face postérieure de la cornée (4 à 5 mm.). Son pôle postérieur est situé à 15, 16 mm. du mur postérieur de l'oeil. Son diamètre équatorial est de 9 à 10 mm. L'équateur est situé de ce fait à environ 0,5 mm. de la partie proximale du corps ciliaire et les aires de projection de l'équateur cristallinien sont :

- selon un plan frontal à 6-7 mm. de la paroi interne du globe,
- selon une direction antéro-postérieure un peu en dehors du limbe au niveau de la racine de l'iris.

3 - L'espace situé entre le cristallin et la cornée contient un liquide homogène : l'humeur aqueuse. Celle-ci baigne les parois de la partie antérieure de l'oeil entre la cornée, le limbe et le cristallin.

L'espace ainsi formé est divisé en deux par une formation frontale : l'iris qui sépare la chambre antérieure de la chambre postérieure. Celui-ci constitue un diaphragme circulaire situé en avant du cristallin limité en dedans par la pupille. Il est creusé de lacunes ou cryptes. Son diamètre est de 12 à 13 mm. L'aire de projection frontale de sa racine est un cercle situé à 2,5 à 3 mm. du limbe.

La périphérie de l'espace délimité entre la cornée et le plan frontal de l'équateur cristallinien se nomme angle irido-scléro-cornéen. Il constitue un carrefour complexe de formations de différentes natures : en dehors et en avant, le limbe ; en dehors et en arrière, l'extrémité du corps ciliaire ; en dedans et en arrière, la racine de l'iris. L'angle irido-cornéen se projette un peu en dehors de l'équateur du cristallin.

Le corps ciliaire constitue le segment moyen du tractus uvéal. Il a la forme d'un anneau situé entre la racine de l'iris en avant, la choroïde et l'ora serrata en arrière. Sa coupe est triangulaire à sommet postérieur. Il est large de 7 à 8 mm. ; son épaisseur est de 0,2 mm en arrière et de 1,2 mm. en avant. Il est situé à 2 mm. en arrière du limbe.

4 - Le vitré est situé entre la face postérieure du cristallin et la paroi postérieure du globe. Il forme une masse homogène, transparente, de consistance gélatineuse. Son volume est égal aux $4/5$ du volume total du globe oculaire.

5 - La paroi postérieure ou mur postérieur (REAR WALL) est formée de trois enveloppes accolées l'une à l'autre, mais d'épaisseur différente : la sclère, la choroïde, la rétine, de dehors en dedans. Son épaisseur totale est variable : de 0,9 mm. en avant à 1,4 mm. en arrière. Elle est concave en avant.

La sclère forme les quatre cinquièmes d'une sphère de 22 à 24 mm. de diamètre.

Son épaisseur est variable :

Elle mesure 0,6 mm. en avant, 0,4 mm. à l'équateur, 1 mm. en arrière.

La choroïde constitue les deux tiers postérieurs d'une sphère de 21 à 23 mm. de diamètre. Son épaisseur augmente d'avant (85 à 150 microns) en arrière (200 à 350 microns).

La rétine sépare le vitré de la choroïde. Son épaisseur est moindre et varie de 100 à 300 microns.

III. Le globe oculaire est situé dans une cavité ostéo-fibreuse à la partie antéro-postérieure du crâne : l'ORBITE. Elle a la forme d'une pyramide quadrangulaire. Les orbites sont séparées par une saillie osseuse médiane formée par les os propres du nez et la cloison nasale. La distance qui les sépare varie de 15 à 30 mm. La base de l'orbite présente une largeur moyenne de 40 mm. avec un écart type de 7 mm. Sa hauteur est de 35 mm. avec un écart type de 6 mm. sa profondeur de 42 mm. avec un écart type de 2 mm. Elle est saillante et regarde en avant, en dehors et un peu en bas.

La situation du globe oculaire dans l'orbite présente un grand intérêt ultrasonographique. L'oeil déborde un peu en avant du rebord orbitaire interne.

Une ligne joignant le rebord supérieur des enveloppes de

l'orbite au rebord inférieur est oblique en bas et en arrière et passe à 1 à 3 millimètres du sommet de la cornée. Une ligne menée du bord interne au bord externe est oblique en dehors et en arrière, rencontre le globe oculaire pratiquement au niveau de la cornée et ressort sur la face externe du globe un peu en avant de l'équateur. Le globe oculaire est plus rapproché de la paroi externe que des autres parois.

Les distances entre l'oeil et l'orbite mesurent en moyenne : 11 millimètres en bas, 11 mm. en dedans, 9 mm. en haut, 6 mm. en dehors (TESTUT).

Les axes antéro-postérieurs des deux yeux sont parallèles tandis que les axes antéro-postérieurs des orbites divergent en avant et forment avec l'axe oculaire un angle de 20 à 25 degrés.

L'oeil est protégé en avant par ses organes de protection : essentiellement la conjonctive et les paupières.

Les paupières sont deux formations musculo-membraneuses délimitant une ouverture sur le globe oculaire de 30 mm. de largeur sur 10 à 12 mm. de hauteur en moyenne quand elles sont ouvertes. La conjonctive est une muqueuse qui s'insère sur les bords libres des paupières et sur le limbe sclérocornéen. Elle forme un cul de sac circulaire dont les limites extrêmes sont situées en haut et en bas à 8 mm. du limbe, en dehors à 12 mm. du limbe, en dedans à 6 mm. du limbe. Il est intéressant de noter leur élasticité : en particulier, le cul de sac supérieur forme de nombreux plis.

IV. CONCLUSIONS -

1 - Le fait anatomique essentiel en ultrasonographie consiste en l'analogie des propriétés acoustiques et des propriétés optiques du globe.

Bien que le faisceau lumineux n'ait pas le même pouvoir de pénétration que le faisceau d'ultrasons, il est certain que les constituants anatomiques du globe possèdent un indice de réfraction acoustique qui est constant à travers la partie du globe traversée par le faisceau. Celui-ci est différent d'un milieu à l'autre. Chaque milieu est acoustiquement homogène sur tout son parcours et hétérogène par rapport à un autre milieu. Leurs surfaces de séparation traduisent cette hétérogénéité : ce sont les interfaces.

2 - Quel que soit l'axe exploré, l'oeil normal donnera des échos stéréotypés qui auront la même signification chez n'importe quel sujet, compte tenu des variations physiologiques.

3 - Si l'oeil est l'organe idéal pour un examen ultrasonographique, certains éléments anatomiques gênent cette investigation :

a - Ses organes de protection, notamment les rebords orbitaires.

b - Les culs-de-sac conjonctivaux : malgré leur élasticité et leurs possibilités de déplissement, la sonde ne dépasse jamais l'équateur.

c - La mobilité du globe oculaire est limitée dans les différentes directions.

E

TECHNIQUE D'EXAMEN

De l'étude de l'anatomie de l'oeil et de l'orbite, de l'étude de l'appareillage utilisé va découler la technique d'examen.

I. INSTALLATION DU PATIENT ET DE L'EXAMINATEUR -

1 - Le malade doit être installé confortablement. La position la plus confortable est la position allongée en décubitus dorsal, la tête reposant sur un oreiller.

Le malade doit être tranquilisé et détendu : l'examen n'est pas douloureux, son innocuité est totale.

2 - L'examineur est assis derrière le malade ; il doit pouvoir s'assurer de la position de la sonde sur le globe oculaire et surveiller de façon concomitante le tracé ultrasonographique transmis sur l'écran de la cathode ; cela est possible si l'appareil est en face de lui.

II. L'EXAMEN DOIT ETRE COMPLET ET SYSTEMATIQUE -

1 - L'oeil à examiner est anesthésié localement par des instillations du collyre suivant : chlorhydrate de butoxy 3 amino- 4 benzoyl diethylamino éthanol (Novésine)*.

Dans les cas où l'examineur soupçonne chez un adulte une tumeur de l'uvée, il est rare que l'ultrasonographie soit pratiquée sous anesthésie générale.

L'absence d'air entre la sonde et l'oeil est indispensable pour obtenir un écho. Aussi, lorsque la sécrétion lacrymale est insuffisante, on utilise dans ce but la méthylcellulose, ce produit ayant l'avantage de se maintenir en place un certain temps, sans nécessiter l'usage d'un récipient.

2 - Pour que l'examen soit possible, avec suffisamment de précision :

a - La main de l'examineur doit être assurée sur l'un des rebords orbitaires.

b - Le malade doit éviter de cligner des paupières.

c - Le regard doit être fixe, car tout mouvement des globes est une source d'erreur ou de difficulté d'examen. Il est souvent nécessaire de fournir au malade un point de fixation.

L'examen est difficile lorsqu'il existe un strabisme, un nystagmus, une amblyopie, un retard mental etc . . .

3 - La sonde, à la fois émettrice et réceptrice, explore le globe oculaire dans un seul axe. Cette exploration n'est possible et n'est juste qu'à condition que la surface de la sonde soit placée perpendiculairement à l'axe exploré. C'est seulement dans ce cas là que l'onde incidente va se réfléchir sur l'impact à étudier.

4 - L'exploration complète du globe est indispensable.

a - Il faut donc explorer tous les diamètres possibles de celui-ci avec la sonde droite :

- l'axe antéro-postérieur : la sonde est placée au centre de la corne, le globe étant en position primaire.
- les axes latéraux : leur nombre est incalculable, d'où l'intérêt d'un examen stéréotypé.

L'oeil étant assimilé à une sphère, la cartographie utilisée comprend des méridiens et des parallèles. La désignation des méridiens est identique à celle d'un cadran horaire.

Au cours de cette exploration, et à l'aide du schéma n°IV, il est facile de se rendre compte que lorsque la sonde est à 10 mm. du limbe, l'oeil étant en position primaire, sa position n'est plus perpendiculaire.

Il est donc indispensable de mobiliser le globe oculaire. Cette mobilisation est soit active, soit passive.

L'exploration du globe est déterminée par :

- les limites de la motilité oculaire,
- l'existence des rebords osseux de l'orbite et du nez, éléments d'importance variable selon les sujets.

La sonde droite peut être posée approximativement à 13-14 mm. du limbe en dehors, à 10 ou 11 mm. en haut et en bas, à 7 ou 8 mm. en dedans. En moyenne, la surface accessible à la sonde est limitée à 13 mm. au-delà du limbe.



Fig. IV a (d'après Aissonig) - Etude topographique avec mobilisation du globe (soude directe)

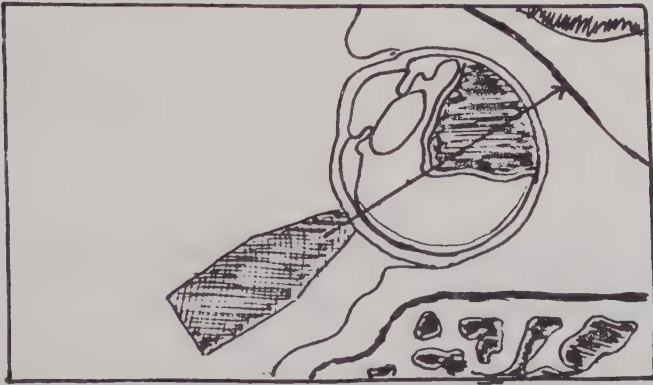


Fig. IV b - Etude topographique avec mobilisation du globe (soude indirecte)

L'exploration par voie indirecte donne des renseignements sur les interfaces de la région située au pôle opposé au point d'application de la sonde.

L'exploration par voie directe donne des renseignements sur les interfaces de la région située au voisinage immédiat du point d'application de la sonde.

b - L'utilisation des sondes autres que les sondes droites de type standard est importante à connaître.

La sonde courbe décrite au chapitre précédent permet l'exploration par voie indirecte de la région située entre le limbe et le parallèle passant à 10 millimètres du limbe.

La sonde droite n'explore cette région que par voie directe.

Cette sonde peut être glissée plus en arrière grâce à la laxité relative des culs de sac conjonctivaux et à la forme plate de la sonde. L'exploration par voie directe peut être poussée plus loin, à près de 17 ou 18 millimètres en arrière du limbe au maximum, notamment au niveau du cul de sac interne qui est plus profond.

La sonde droite à embout entraîne la suppression de la zone muette confondue avec l'impulsion de départ. Il est possible ainsi d'enregistrer en position axiale les échos réfléchis par les deux interfaces antérieur et postérieur de la cornée (amélioration très utile en biométrie oculaire et pour l'étude des anomalies du segment antérieur). En position latérale, cette sonde permet d'étudier au mieux les anomalies du corps ciliaire et de la partie antérieure du vitré.

III. L'EXAMEN ULTRASONOGRAPHIQUE COMPREND TROIS TEMPS : l'ultrasonographie quantitative, l'ultrasonographie cinétique et l'ultrasonographie topographique (OSSOINIG, 1965).

Dans l'ultrasonographie topographique entrent en jeu la taille et la situation de la lésion étudiée.

Dans l'ultrasonographie quantitative, il étudie la hauteur des pics enregistrés.

Dans l'ultrasonographie cinétique, il étudie les variations des échos en fonction de différents facteurs : fréquence de la sonde et puissance d'émission.

Pour de nombreux auteurs (BUSCHMANN, OKSALA), le choix de la sonde, donc le réglage de la fréquence doit se faire en fonction de la partie du globe oculaire à étudier.

Ainsi pour l'exploration de la rétine normale, une fréquence relativement basse de 6 mégacycles est préférable.

Pour la partie antérieure du globe, plus proche du lieu d'émission, une fréquence de l'ordre de 6 à 12 mégacycles semble donner de meilleurs résultats. Avec cet ordre de fréquence, les anomalies du segment antérieur sont mises en évidence, par contre l'amortissement est plus important ; la partie postérieure du globe est alors moins bien explorée.

L'exploration ultrasonographique bénéficie actuellement de l'utilisation de puissances d'émission augmentées progressivement.

Cette modification progressive de la puissance d'émission est préférable à un passage trop brutal d'un degré énergétique à un autre beaucoup plus important.

OSSOINIG choisit 3 degrés énergétiques différents qu'il nomme A, B et C : A correspond à la puissance de l'appareil entraînant une amplitude des échos scléreaux ayant au maximum la valeur de $1/4$ de l'amplitude de l'impulsion de départ (80 décibels) ; les puissances B et C sont respectivement de 60 et 25 décibels.

F

L'ULTRASONOGRAMME NORMAL

Nous étudierons maintenant l'ultrasonogramme normal : enregistrement des réflexions successives subies par un faisceau d'ultrasons traversant le globe oculaire.

- I. Nous aborderons d'abord le cas le plus simple : celui d'un OEIL EM-METROPE, l'enregistrement ayant lieu avec une sonde droite sans embout : modèle employé couramment.

1 - L'ultrasonogramme axial normal (Schéma n° V) :

La sonde est placée perpendiculairement à la cornée en son centre. L'ultrasonogramme est la réponse acoustique fidèle des milieux traversés d'avant en arrière selon l'axe antéro-postérieur du globe. Il existe un certain nombre d'interruptions stéréotypées de la ligne de base que nous allons décrire : elles sont visibles sur l'écran de l'oscillographe cathodique. Nous les retrouverons de gauche à droite sur le schéma :

1 - La zone de départ est une zone muette, il est impossible d'extérioriser les échos réfléchis par la face antérieure et la face postérieure de la cornée.

2 - Un court segment iso-électrique traduit le passage du faisceau dans l'humeur aqueuse.

3 - Le premier écho enregistré traduit la réflexion du faisceau d'ultrasons sur la face antérieure du cristallin.

4 - La traversée du cristallin se traduit par un segment iso-électrique, le cristallin normal étant acoustiquement homogène.

5 - Le deuxième écho représente la réflexion du faisceau d'ultrasons sur la face postérieure du cristallin.

6 - Un segment iso-électrique plus long que les précédents correspond à la traversée du vitré.

7 - Le faisceau d'ultrasons rencontre enfin la paroi postérieure du globe qui réfléchit plusieurs échos.

L'analyse critique de ces échos (G. OKSALA, BUSCH-MANN) est possible en modulant la puissance et la sensibilité de l'appareil :

Le premier écho est réfléchi par la rétine, le deuxième par la paroi antérieure de la sclère, le troisième par la paroi postérieure de la sclère. Ils sont parfois difficiles à différencier.

La fréquence optimale pour obtenir l'écho rétinien et les deux échos scléreaux est de 12 mégacycles (NOVER et GROTE, 1965).

La choroïde normale ne réfléchit pas d'écho.

2 - L'ultrasonogramme normal latéral:

Présente un tracé analogue ; mais le cristallin ne se trouvant plus sur le trajet du faisceau, il n'existe pas d'échos cristalliniens.

Le corps ciliaire ne réfléchit pas plus d'écho que la choroïde.

La longueur totale du tracé est plus grande que dans l'ultrasonogramme axial (du moins chez l'emmetrope).

3 - Conclusions :

Ainsi l'ultrasonographie permet de vérifier :

1 - les données de l'anatomie (du fait que les différentes parties du globe sont homogènes acoustiquement).

2 - les dimensions et les mensurations du globe. Cette étude s'appelle la biométrie.

3 - les variations de l'enregistrement en fonction de la partie du globe étudiée.

L'écho cristallinien postérieur est plus facilement obtenu que l'écho cristallinien antérieur. Pour des raisons physiques de focalisation acoustique, les échos du mur postérieur du globe sont plus facilement recueillis que les échos cristalliniens.

Lorsque la modulation de l'amplificateur est basse ou l'absorption au niveau du cristallin importante, l'écho rétinien peut manquer et le seul écho enregistrable de la paroi postérieure correspond à la sclère (JANSSON, 1963) ou à l'ensemble sclère-rétine, choroïde.

II. VARIATIONS PHYSIOLOGIQUES -

L'ultrasonographie normale peut être soumise à des variations. Celles-ci sont physiologiques quand elles dépendent de la forme du globe, ou techniques quand elles dépendent des propriétés de la sonde employée.

Les dimensions globales de l'ultrasonogramme et les distances respectives entre les échos enregistrés peuvent varier :

a - En effet, l'emmétropie, la myopie et l'hypermétropie peuvent aisément se reconnaître par l'ultrasonographie.

La longueur globale de l'oeil est plus grande chez le myope que chez l'emmétrope et que chez l'hypermétrope.

Chez le myope, le diamètre antéro-postérieur de l'oeil est plus grand que le diamètre latéral.

Chez l'emmétrope, le diamètre antéro-postérieur de l'oeil est plus petit que le diamètre latéral. Il en va de même chez l'hypermétrope.

b - La chambre antérieure peut être physiologiquement plate. Le segment iso-électrique représentant sa traversée par le faisceau d'ultrasons est plus court et même parfois difficile à extérioriser.

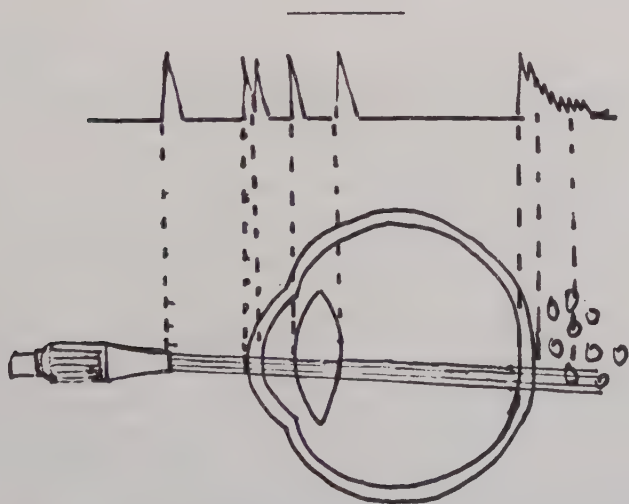


Fig. V - Schéma de l'ultrasonogramme axial d'un oeil normal (sonde à embout)
Les échos recueillis sont de gauche à droite, ceux de la cornée, des
interfaces cristalliniennes et du mur postérieur du globe oculaire.
 (d'après Buschmann)

G

LIMITES

L'exposé théorique précédent peut faire penser que l'ultrasonographie constitue un instrument diagnostique sûr.

Elle possède cependant des limites.

Le faisceau d'ultrasons présente un certain nombre d'aberrations et d'inconnues.

L'appareillage actuellement mis au point est sujet à certaines imperfections ou insuffisances.

L'anatomie de l'oeil impose parfois à l'examineur des réserves quant à ses conclusions.

Toutes ces limites rendent parfois le diagnostic difficile à préciser au moyen de la seule ultrasonographie.

LEURS CAUSES -I. Parmi les propriétés physiques des faisceaux d'ultrasons :

Les phénomènes d'absorption, de diffusion et de dispersion sont relativement bien connus quand le faisceau traverse un oeil normal ; en effet, les indices acoustiques sont définis et constants pour chaque milieu traversé. Les interfaces sont géométriquement réguliers, sans discontinuité apparente.

Par contre, les propriétés acoustiques des tissus pathologiques sont moins bien connues. Leurs limites et leurs interfaces acoustiques ne sont généralement pas assimilables à des surfaces géométriquement simples ; elles sont discontinues. Leur texture interne est souvent acoustiquement hétérogène, c'est le cas notamment des mélanosarcomes.

Les qualités physiques du faisceau d'ultrasons sont modifiées à leur niveau : fréquence et vitesse de propagation, valeur énergétique, dimensions.

Le faisceau d'ultrasons subit des phénomènes d'absorption, de dispersion et de diffusion infiniment plus complexes et va-

riables à travers les tissus pathologiques qu'à travers les milieux normaux de l'oeil.

L'examineur peut passer à côté du diagnostic de néoformation quand le cristallin est le siège d'une cataracte dense ou que la tumeur est fortement pigmentée.

II. L'appareillage actuel présente un certain nombre d'insuffisances qui limitent la valeur des investigations diagnostiques.

1 - Les sondes jouent un rôle fondamental : leur mode de fabrication et la nature du transducteur incorporé, leur forme et leurs dimensions confèrent au faisceau d'ultrasons des qualités d'efficacité et des limites d'utilisation :

a - Le mode de fabrication et la nature du transducteur incorporé entraînent des déperditions quant à l'efficacité énergétique du faisceau émis d'une part et quant à la réception du faisceau reçu d'autre part.

b - La forme de la sonde joue un rôle important. Les sondes sans embout ne permettent pas d'explorer la partie antérieure de l'uvée (au-delà d'une limite de 13 mm. en arrière du limbe, en moyenne).

c - Leurs dimensions limitent par ailleurs les possibilités d'investigation diagnostique.

L'épaisseur du transducteur conditionne la fréquence des ultrasons ; il existe un rapport optimal entre la consistance acoustique des lésions à étudier, leur situation dans le globe, leur épaisseur et la fréquence.

Le diamètre de la sonde et celui du transducteur incorporé confèrent au faisceau utilisé une section dont la surface lui est proportionnelle. Si ce diamètre est trop grand, il limite la précision de l'examen. S'il est trop petit, il ne permet pas à l'examineur la recherche des lésions de petite taille.

2 - L'oscillographe cathodique :

La nécessité d'obtenir des signaux électriques facilement interprétables par l'examineur entraîne leur simplification.

La courbe obtenue sur l'écran n'est pas l'exacte traduction de la réalité ultrasonographique. Il semble possible d'obtenir un supplément d'information notamment en perfectionnant le système actuel de mise en forme du signal brut transmis par le transducteur à l'oscillographe.

- III. L'anatomie de l'oeil limite également les possibilités de l'examen ultrasonographique, ceci est dû à l'existence du rebord orbitaire, la limitation des culs de sac conjonctivaux, la limitation de la motilité oculaire.

LES INSUFFISANCES PRATIQUES QU'ENTRAINENT LES PROPRIETES PHYSIQUES DES ULTRASONS, LES POSSIBILITES DE L'APPAREILLAGE ACTUEL ET LES DONNEES DE L'ANATOMIE DE L'OEIL QUANT AU DIAGNOSTIC DES NEOFORMATIONS DE L'UVÉE POSTERIEURE PORTENT SUR :

I. Le diagnostic de nature :

Le chapitre correspondant montre que la structure anatomo-pathologique de la néoformation (en particulier l'existence de zones exsudatives, nécrotiques ou hémorragiques) entraînent un certain nombre de variations dans l'enregistrement des échos réfléchis par celle-ci. Ainsi, il est parfois difficile de porter un diagnostic ultrasonographique de néoformation maligne de l'uvée postérieure. Elle indique seulement le caractère solide de la néoformation et encore dans certains cas ce caractère peut être difficile à établir par l'ultrasonographie.

II. Diagnostic topographique :

Les caractéristiques des appareils actuels et les qualités du faisceau d'ultrasons ne permettent généralement pas d'enregistrer des interfaces dont l'épaisseur ou l'étendue sont inférieures à des dimensions minimales :

1 - L'étendue minimale enregistrable ultrasonographiquement a une importance fondamentale. Elle est encore mal codifiée. Il est certain cependant que des néoformations peu étendues, à leur début, pourraient passer inaperçues au cours de l'examen ultrasonographique. Leur diamètre minimal semble égal à 1, 5 ou 2 mm.

2 - L'épaisseur : La qualité du faisceau d'émission ne permet généralement pas d'enregistrer des pics individualisés lorsque les interfaces correspondant à des milieux hétérogènes sont séparées par une distance inférieure, en moyenne, à 1 mm., c'est en particulier le cas des néoformations plates et minces (qui se situent plus fréquemment au pôle postérieur).

Cette estimation varie selon les auteurs.

G. H. MUNDT et W. H. HUGUES (1956)	: 1 à 2 mm.
OKSALA (1959)	: 1,5 à 2 mm.
OKSALA (1964)	: 0,6 à 1 mm.
BUSCHMANN (1964)	: 0,8 mm.
OSSOINIG (1965)	: 0,75 à 2 mm.
SANDER (1965)	: 1 mm.
NOVER et GLANSCHNEIDER (1965)	: 0,8 mm.
PREISOVA et VANYSEK (1965)	: 1 mm.
BUSCHMANN (1966)	: 0,7 à 0,8 mm.

Cette distance définit le pouvoir de résolution, celui-ci varie avec la fréquence et la forme du faisceau d'une part et avec la nature de l'impact d'autre part.

Beaucoup d'auteurs ont employé la fréquence moyenne de 12 mégacycles (BUSCHMANN, NOVER et GLANSCHNEIDER, OKSALA) pour définir cette distance minimale.

L'emploi de sondes focalisatrices permettrait de réduire cette distance à 0,25 mm. (BUSCHMANN).

- III. Le diagnostic différentiel au moyen de la seule ultrasonographie reste difficile entre les néoformations de l'uvée postérieure primitives ou métastatiques et l'angiome, les proliférations gliales, la dégénérescence maculaire de DANISZ et COPPEZ.

EN CONCLUSION -

- 1 - Tout résultat négatif obtenu au moyen de l'ultrasonographie n'infirmes pas le diagnostic ; seul un résultat positif a de la valeur.
 - 2 - Le diagnostic de nature reste toujours difficile à affirmer.
-

H

L'ULTRASONOGRAMME INDUIT PAR LES NEOFORMATIONS
MALIGNES DU CORPS CILIAIRE ET DE LA CHOROIDE

I. LE DIAGNOSTIC POSITIF -

1 - Généralités :

Compte tenu des caractéristiques des appareils utilisés, de la constitution du globe et de l'ultrasonogramme normal, les modifications de l'enregistrement ultrasonographique dues à des néoformations solides de l'uvée postérieure se comprennent aisément.

Tout écho modifiant le tracé normal doit être considéré comme pathologique. Les néoformations de l'uvée sont acoustiquement hétérogènes ; elles sont constituées de multiples interfaces. Leur densité acoustique est différente de celle du vitré, de la rétine et de la sclère.

L'ultrasonogramme enregistré va donc montrer une série d'échos intermédiaires situés :

- soit entre l'écho cristallinien postérieur et les échos scléaux postérieurs s'il s'agit de l'exploration de l'axe antéro-postérieur,

- soit entre les échos de la paroi antérieure du globe et les échos scléaux postérieurs s'il s'agit de l'exploration d'axes latéraux.

Le premier de ces échos pathologiques correspond à la rétine, les autres traduisent la réflexion du faisceau d'ultrasons sur les interfaces de la masse tumorale.

2 - Cas typiques et faciles :

Le diagnostic repose sur une étude morphologique et cinématique de l'ultrasonogramme :

a - Schéma n° VI :

b - Description morphologique de l'ultrasonogramme typique d'une masse solide :

Les anomalies de l'ultrasonogramme permettent de poser le diagnostic de néoformation solide sont :

- La notion d'échos pathologiques réfléchis par toute masse saillante dans le vitré ; ces échos sont situés en avant des échos du mur postérieur. Ils sont d'autant plus nets qu'il s'agit d'une masse dense et solide.

- L'existence d'un premier pic net, important et aigu. Il correspond à l'interface antérieure séparant le vitré de la néoformation pathologique (dans le cas d'une néoformation de l'uvée, cette interface correspond à l'écho rétinien). Ce pic est particulièrement net lors des métastases uvéales.

- L'existence d'échos intermédiaires. Ils se succèdent. Leur forme est irrégulière, leur amplitude variable. Ils sont souvent fusionnés ou rapprochés les uns des autres. Ils traduisent l'hétérogénéité acoustique de la tumeur.

- L'absence de retour à la ligne de base.

- La persistance des échos scléaux du mur postérieur identifiables en arrière des échos réfléchis par la tumeur.

Toutes ces anomalies du tracé permettent de poser le diagnostic de masse solide, à condition que celle-ci ait une certaine épaisseur (voir Limites).

Cet ensemble de paramètres a été défini par différents auteurs. Ils insistent en outre pour que ces échos pathologiques soient codifiés quantitativement selon une échelle de valeurs établie en fonction du diagnostic envisagé.

Parmi eux :

- OSSOINIG insiste sur l'amplitude importante du premier écho pathologique, sur la moyenne amplitude des échos intermédiaires, sur leur succession rapide, sur la décroissance graduelle de leur amplitude vers le mur postérieur. Pour lui, ce dernier phénomène est dû à l'amortissement du faisceau d'ultrasons et ne s'observe que dans les tumeurs ayant une épaisseur suffisante.

- A. OKSALA et L. SALMINEN (1966) étudient l'effet de l'absorption du faisceau d'ultrasons à travers une colonne d'eau de densité analogue à celle du vitré et à travers des tissus tumoraux. Ils concluent que les pouvoirs d'absorption différents des ultrasons par le vitré et les tissus tumoraux constituent l'un des éléments diagnostiques en faveur d'une tumeur.

- Pour OKSALA (1967), plus on utilise des hautes fréquences, plus l'absorption est importante.

- A. J. SMOLLEN et N. R. BRONSON (1966) présentent 27 cas de mélanosarcomes primitifs et deux cas de métastases. Tous présentent des lésions visibles et évocatrices à l'ophtalmoscopie. L'enregistrement se révèle typique dans 26 cas de mélanosarcome avec un premier pic de haut voltage, suivi d'un ensemble de pics irréguliers de bas voltage allant jusqu'à l'écho scléral antérieur.

- BUSCHMANN (1967) publie une statistique de 270 cas. Parmi eux, 80 concernent des néoformations intra-oculaires, 52 d'entre elles ont été suspectées par les investigations cliniques, précisées par l'ultrasonographie et confirmées par l'anatomo-pathologie.

- R. E. GOLDBERG, M. DAVID, L. K. SARIN (1966) retrouvent un ultrasonogramme typique dans un grand nombre de néoformations confirmées par l'examen des pièces énucléées. En particulier, les échos pathologiques sont caractérisés par la présence de pics irréguliers de grande amplitude persistant avec une faible puissance d'émission. Ces pics se succèdent sans interruption jusqu'aux échos du mur postérieur.

- OKSALA (1967) confirme ses travaux précédents : le mélanosarcome réfléchit dans les cas typiques un groupe continu d'échos de hauteur variable et ce, sans interruption de la surface antérieure de la tumeur jusqu'au pôle postérieur.

Les mêmes notions sont retrouvées par MARCHAL et ANTOINE.

- MASSIN et POUJOL (1966) publient une statistique de 24 cas de néoformations avec examen anatomo-pathologique.

Ils ont obtenu 16 fois plus de deux échos intermédiaires ; 5 fois 1 écho intermédiaire ; 3 fois aucun écho intermédiaire. Il s'agissait dans deux des 3 derniers cas, d'un décollement plat.

Dans 21 cas sur 24, les échos intermédiaires ont permis d'apprécier la présence d'une masse vraisemblablement tumorale, en s'aidant de la fixité et de la permanence des échos obtenus, et ce, quelles que soient les modifications cinétiques. Une erreur a porté sur un cas de début.

- Ces critères de diagnostic ont été exposés originellement par BAUM grâce à un appareil basé sur la modulation d'intensité (1966). Depuis, ces critères sont intégralement adoptés pour l'ultrasonographie A. BAUM publie également un tableau synoptique des caractéristiques du mélanosarcome de la choroïde.

Gross anatomy	Elevated mass
Interfacial properties	Dense, thickened, leading edge
Internal texture	Large, irregular, shaped denser echoes against a weaker amorphous background
Absorption	acoustic shadow cast by tumor
Other	- break of choroïdal-scleral echo - acoustic artefact - reaction of normal adjacent tissues to presence of tumor

c - L'ultrasonographie cinétique prend toute sa valeur dans le diagnostic positif des néoformations de l'uvée postérieure.

Elle permet d'étudier le devenir de l'enregistrement correspondant en fonction des variables topographiques, techniques et évolutives ; elle apporte des arguments supplémentaires au diagnostic positif.

Les facteurs les plus intéressants à étudier sont :

- le choix de la sonde : le diamètre du transducteur détermine la section du faisceau et son épaisseur détermine la fréquence des ultrasons réfléchis.

- la puissance d'émission et la sensibilité qui dépendent du préréglage de l'appareil.

- la mobilisation du globe et la position de la sonde sur le globe.

- le devenir des échos au cours de l'évolution de la néoformation ou en fonction des lésions concomitantes.

Dans l'immédiat :

Le choix de la sonde a une importance fondamentale. En effet, la fréquence optimale pour le diagnostic ultrasonographique des masses solides semble être de 12 mégacycles (BUSCHMANN, OKSALA).

Le choix de la sensibilité permet par l'amplification des signaux électriques transmis par le transducteur à partir des échos pathologiques, de mettre en évidence plus facilement les anomalies recherchées. Mais cette amplification n'est en aucun cas sélective de celles-ci.

Il est important de faire varier la puissance du faisceau d'émission. En effet, pour pouvoir attribuer les anomalies enregistrées à une masse solide, ces anomalies doivent persister quelle que soit l'énergie du faisceau émis par la sonde et notamment au-dessous de 30 à 40 décibels, quotation préconisée par la plupart des auteurs, plupart des auteurs.

Il est nécessaire de faire varier la position respective du globe et de la sonde au cours d'une même séance. Ceci permet :

- d'une part de situer l'étendue topographique de la tumeur selon la technique d'examen précédemment exposée.

- d'autre part, de constater la permanence absolue et immuable des échos pathologiques dans la zone suspecte au cours de la mobilisation du globe.

Enfin, l'étude du devenir des critères de base des échos pathologiques au cours d'examens répétés et successifs montre que leur aspect change peu, au cours de l'ultrasonographie cinétique en particulier. Ils sont permanents lors de l'évolution et ne peuvent qu'augmenter ou se compléter en l'absence de traitement.

3 - Il existe des cas où le diagnostic ultrasonographique des néoformations de l'uvée postérieure est plus difficile :

L'un ou plusieurs des paramètres cités au deuxième paragraphe peuvent manquer. Leur variation ou leur absence fait toujours envisager l'existence possible d'une lésion autre que les tumeurs de l'uvée.

Nous avons dissocié pour plus de clarté le diagnostic positif du diagnostic topographique et du diagnostic de nature. Cependant, il est incontestable que les difficultés du diagnostic positif sont souvent inhérentes aux variations topographiques et anatomiques de la néoformation. Dans ces cas, la décision thérapeutique dépendra des manifestations cliniques.

1 - Si la notion d'échos pathologiques réfléchis par toute masse solide saillante dans le vitré est indispensable au diagnostic positif, il existe des exceptions à cette règle.

Celles-ci sont dûes en grande majorité à la faible épaisseur de la tumeur traversée par le faisceau d'ultrasons.

Plusieurs explications sont alors envisageables :

- a - Des interfaces pathologiques ne réfléchissent des échos distincts que si elles sont distantes de 0,7 à 1 mm. au minimum. Ceci caractérise le pouvoir de séparation du faisceau d'ultrasons (il est étudié en détail au chapitre : limites). Lorsque celui-ci est insuf-

fisant, la tumeur ne réfléchit aucun écho.

b - L'écho tumoral est plus ou moins confondu avec les échos du mur postérieur.

Ceci est d'autant plus fréquent que la sclère peut être amincie ou ectasiée. La dissociation des échos pathologiques est difficile, mais doit être tentée en utilisant toutes les ressources de l'ultrasonographie cinétique. L'enregistrement est alors atypique : il se traduit simplement par un ou deux pics supplémentaires intercalés entre l'écho rétinien et les échos scléaux.

c - Dans d'autres cas, la distance entre l'écho rétinien et l'écho scléral postérieur est anormalement augmentée.

Il s'agit le plus souvent de néoformations en nappe à tendance exophyte. Il est alors nécessaire de rechercher des échos pathologiques en arrière des échos scléaux ; ceux-ci sont réfléchis par des masses situées en dehors des parois du globe. On aura intérêt à augmenter la puissance de l'appareil.

Les problèmes posés par ce type de néoformations sont toujours difficiles à résoudre : non seulement l'ultrasonographie n'apporte pas de données décisives, mais encore l'examen clinique ne permet pas de trancher. En effet, le naevocarcinome en nappe ("Flat-sarcoma") donne généralement peu de signes cliniques. A l'ophtalmoscopie, il se traduit par une légère saillie, un aspect en coulée de lave, une altération de la couleur normale de la rétine, une pigmentation irrégulière, un oedème rétinien.

L'angiographie en fluorescence quand elle est typique apporte alors des arguments intéressants.

2 - Le premier écho pathologique réfléchi par la rétine et par la surface interne de la tumeur n'est pas toujours net et important.

Pour SMOLLEN et BRONSON (1966), des réserves doivent alors être faites au diagnostic de néoformation solide. Dans ces cas-là, il existe souvent une anomalie en avant de l'interface tumorale antérieure, qu'il s'agisse d'une hémorragie ayant fusé à travers le vitré ou d'une autre altération de celui-ci.

3 - Lorsque les échos intermédiaires précédemment définis sont enregistrés, l'existence d'une néoformation peut être affirmée avec une certaine tranquillité d'esprit.

Leur absence complique extrêmement le diagnostic ultrasonographique. Lorsque les arguments cliniques ne sont pas suffisants, aucun diagnostic n'est possible. Ceci n'est valable que si toutes les possibilités techniques, topographiques et cinétiques d'explo-

ration ont été utilisées. Les échos intermédiaires sont moins fréquemment rencontrés dans les cas de tumeur métastatique de l'uvée.

4 - Si l'absence de retour à la ligne de base entre le premier écho pathologique et les échos scléaux est caractéristique du diagnostic envisagé, il peut cependant exister des segments iso-électriques entre ces mêmes limites.

Ces segments iso-électriques ne pourront être affirmés que si leur étude est faite à haute intensité (BAUM, OKSALA). Ils sont généralement très courts et intercalés entre des échos intermédiaires nets et multiples.

L'exploration d'axes voisins permet généralement de trouver des enregistrements typiques sans retour à la ligne de base (sauf dans les cas limites où il existe une petite tumeur ou une nécrose centrale).

Ceux-ci correspondent :

a - aux vacuoles acoustiques définies par BUSCHMANN. Elles dépendent généralement de la texture interne de la tumeur (leur explication en est donnée dans le diagnostic de nature).

b - A des tumeurs pédiculées ou sessiles. Il existe alors dans certaines directions et certains méridiens des segments iso-électriques. Le pédicule est souvent difficile à enregistrer. Il faut multiplier les incidences pour que le faisceau d'ultrasons passe par le pédicule, il existe alors une série ininterrompue d'échos intermédiaires. Cette découverte permet d'affirmer le diagnostic qui reste d'autant plus aléatoire que le pédicule est plus étroit.

Dans ces deux cas envisagés, il est possible de trouver avec une plus ou moins grande facilité, un méridien où il n'existe pas de segment iso-électrique à l'intérieur de la zone pathologique.

5 - Il est parfois difficile d'obtenir une réflexion d'échos par la paroi postérieure du globe :

Les tumeurs mélaniques fortement pigmentées ou les néoformations d'épaisseur importante possèdent un haut pouvoir d'absorption.

Cependant, quand les autres paramètres sont évidents, les échos scléaux ne sont pas indispensables au diagnostic et ce, d'autant moins que les diamètres du globe atteint peuvent être mesurés sur l'autre oeil.

Certaines difficultés diagnostiques sont imputables à une insuffisance de la puissance d'émission de l'appareil : les néoformations ne donnent parfois une traduction ultrasonographique caracté-

ristique qu'à haute puissance.

A OKSALA et E. R. KANSE (1966) rapportent deux observations dont la clinique et l'anatomo-pathologie se révèlent typiques du diagnostic de mélanosarcome de la choroïde. Au cours de l'examen ultrasonographique, (ils utilisent une sonde d'une fréquence de 12 mégacycles et d'un diamètre de 4 mm.), à faible intensité, ils obtiennent des échos petits, peu nombreux et clairsemés avec retour à la ligne de base, situés dans la moitié postérieure du globe. En augmentant l'intensité, ils obtiennent par contre un tracé typique de néoformation solide ; notamment, ils ne notent plus de retour à la ligne de base, les pics sont beaucoup plus hauts et compacts. L'important, dans ces deux cas, est d'avoir obtenu à faible intensité des échos intermédiaires.

II. LE DIAGNOSTIC TOPOGRAPHIQUE -

Grâce à l'exploration systématique du globe et à l'emploi des différents types de sonde (quand cela est possible), nous pouvons utiliser le schéma de BUSCHMANN pour déterminer l'étendue en superficie de la tumeur, en outre, il est possible de reporter sur celui-ci l'étendue du décollement de rétine symptomatique quand celui-ci ne possède pas les mêmes limites.

Le naevocarcinome est généralement une tumeur unique et unilatérale, mais il peut donner des foyers secondaires. Les métastases sont plus fréquemment à l'origine de localisations multiples.

La recherche topographique complète de la tumeur par l'ultrasonographie peut permettre de découvrir celle-ci.

Il est enfin possible d'évaluer la protusion de la tumeur dans le vitré.

III. DIAGNOSTIC DE NATURE DE LA NEOFORMATION -

Il existe deux grands types de néoformations malignes de l'uvée postérieure :

- le naevocarcinome primitif,
- les métastases.

Certes, il existe des arguments ultrasonographiques en faveur de la nature maligne ou bénigne d'une néoformation. Ces arguments dépendent surtout de sa structure histologique ; néanmoins la traduction ultrasonographique des néoformations est toujours très difficile à interpréter.

1 - Le naevocarcinome :

Le naevocarcinome présente, nous l'avons vu, un caractère essentiel : c'est son hétérogénéité acoustique.

L'anatomo-pathologie en donne une explication plausible :

a - Macroscopiquement, le naevocarcinome se présente le plus souvent sous la forme d'une masse globuleuse, unilatérale, unique, évoluant sur place.

b - Les cellules peuvent être fusiformes ou épithélioïdes au sein de la même tumeur. Leur groupement peut se faire selon le type épithéliomateux ou sarcomateux. Leur densité histologique est très variable d'un cas à l'autre.

c - Sa structure et sa pigmentation sont très variables d'une tumeur à l'autre, mais aussi d'une zone à l'autre au sein d'une même tumeur.

La stroma-réaction est variable avec souvent une vascularisation importante. Il peut exister des zones voisines de dégénérescence nécrotique, calcifiée, kystique ou ostéoïde, des hémorragies ou des exsudats.

Il est possible d'en tirer un certain nombre de déductions ultrasonographiques :

1 - Celles qui aident le diagnostic :

a - A l'hétérogénéité anatomique de ce type de tumeur, correspond une hétérogénéité acoustique. La nature histo-pathologique de la néoformation peut donc être suspectée sur l'aspect des échos intermédiaires enregistrés.

b - En faveur d'un carcinome, plaident la localisation unique, l'existence d'une première interface pathologique réfléchissant un écho net et aigu, la variabilité d'amplitude et la multiplicité des échos intermédiaires, enfin l'absence de retour à la ligne de base, tous processus liés à l'anatomo-pathologie. L'association à une tumeur d'un décollement symptomatique doit faire pencher en faveur de la malignité de celle-ci.

2 - Celles qui rendent le diagnostic ultrasonographique difficile. Elles sont dues à la grande diversité des formes anatomo-cliniques des néoformations étudiées :

- leurs dimensions (étendue et épaisseur)
- leur situation (exophyte)

- leur structure (zones hémorragiques, kystiques, nécrotiques)
- leur pigmentation
- l'existence possible d'un pédicule
- la réaction des tissus voisins de la tumeur (exsudation, décollement de rétine ou stroma-réaction).

D'où l'intérêt fondamental d'une exploration topographique et cinétique complète.

2 - Les tumeurs métastatiques de l'uvée :

Les plus fréquentes (70 % des cas) sont des métastases du sein formées de boyaux épithéliomateux : elles sont généralement moins saillantes, leur surface est plus lisse, elles s'étendent en nappe, leurs localisations peuvent être multiples, parfois bilatérales (25 % des cas). Elles sont histologiquement denses, peu pigmentées ; elles sont rarement le siège de dégénérescences secondaires. Elles se situent volontiers au voisinage de la papille.

L'ultrasonographie correspondante donne plus volontiers :

- un écho antérieur net de voltage important,
- des échos intermédiaires moins nombreux et plus petits que ceux réfléchis par une tumeur primitive.

Ils sont plus difficiles à obtenir.

Les foyers d'échos pathologiques sont parfois multiples, moins importants en étendue et en épaisseur.

L'examen histo-pathologique des pièces énucléées permet de confirmer les données précédentes et d'étudier les particularités de l'ultrasonogramme en fonction de la nature et de la structure de la tumeur.

Elle peut également révéler la cause des erreurs diagnostiques, et éclairer les divergences qui existent entre la clinique, en particulier l'ophtalmoscopie, l'angiographie en fluorescence, l'ultrasonographie et l'anatomo-pathologie.

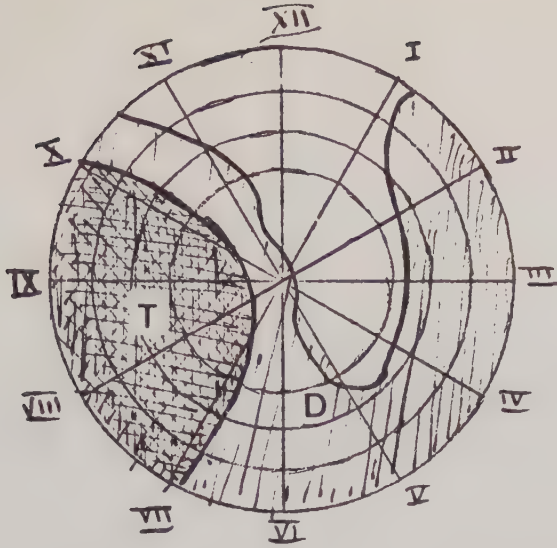


Fig VI a - Relevé topographique d'une tumeur (T) avec décollement (D) correspondant au schéma de la figure n° IV.

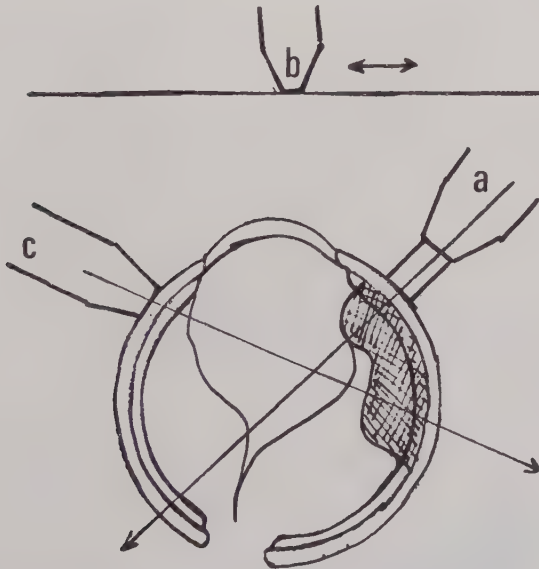


Fig. VI b - Position respective du globe oculaire et de la sonde en :

- | | |
|-----|--|
| a - | Exploration par ultrasonographie A, voie directe |
| b - | " " B |
| c - | " " A , voie indirecte |

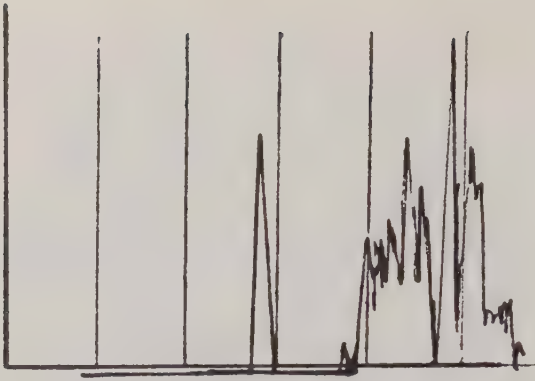


Fig. VI c - Schéma de l'ultrasonogramme A par voie indirecte

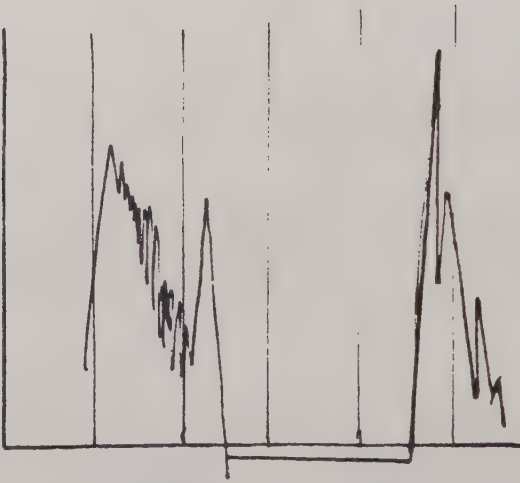


Fig. VI d - Schéma de l'ultrasonogramme A par voie directe

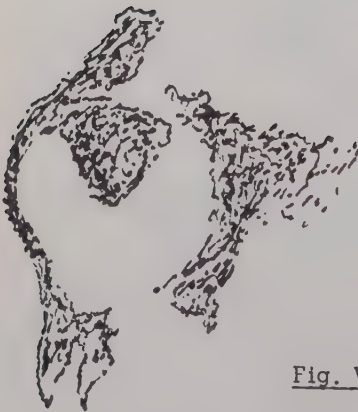


Fig. VI e - Schéma de l'ultrasonogramme B

I

DIAGNOSTIC DIFFERENTIEL

Le diagnostic ultrasonographique de néoformation oculaire n'est pas toujours facile, nous l'avons déjà vu. D'autres affections risquent de prêter confusion. Ce sont :

- 1 - les décollements de rétine.
- 2 - les hémorragies du vitré.
- 3 - la rétinite proliférante.
- 4 - les dégénérescences maculaires pseudo-tumorales.
- 5 - les angiomatoses.

Bien entendu, les cas envisagés ne concernent que l'adulte (ce qui fait d'emblée éliminer le rétinoblastome et les pseudo-gliomes). Le diagnostic de mélanome bénin ne sera pas envisagé : celui-ci n'est pas assez saillant pour entraîner une traduction ultrasonographique.

Nous étudierons son aspect clinique et sa traduction ultrasonographique lors de sa constitution, puis longtemps après celle-ci.

Nous aborderons à chaque fois les problèmes du diagnostic ultrasonographique ; 2 cas se posent :

- diagnostic facile
- diagnostic difficile.

en tenant compte des éléments morphologiques, des données topographiques et cinétiques des échos correspondants.

Nous concluons sur le rôle respectif de la clinique et de l'ultrasonographie.

I. LE DECOLLEMENT RETINIEN IDIOPATHIQUE -

1 - Le problème ne se pose pratiquement pas dans les cas de décollement rétinien idiopathique récent ; l'ultrasonographie est suffisamment caractéristique pour permettre d'évoquer le diagnostic.

Il existe un seul pic intermédiaire, traduisant l'écho réfléchi par la rétine décollée. Entre celui-ci et les pics induits par

les échos scléreaux postérieurs, existe un segment iso-électrique : il traduit le passage de l'onde ultrasonographique dans le liquide sous-rétinien.

Le tableau suivant permet schématiquement le diagnostic ultrasonographique :

DIAGNOSTIC UL- TRASONOGRAPHI- QUE	DECOLLEMENT DE RETINE	NEOFORMATION
1 - <u>Morphologie</u> Nombre de pics	un	plus de deux
Conformation	net et pointu	seul le 1er est net
Retour à la ligne de base	oui	non
2 - <u>Topographie</u>	sur plusieurs méridiens s'étend jusqu'à la périphérie sa distance à la pa- roi postérieure su- bit une progression lente aux confins du décollement	sur plusieurs méridiens s'étend rarement jus- qu'à la périphérie l'écho de l'interface antérieure disparaît brusquement aux li- mites de la tumeur
3 - <u>Etude cinétique</u>		
- en fonction de la mobilité	fluctuations	fixes et immuables
- épreuve du repos	s'amointrit ou dis- paraît	persistent
- en fonction de la puissance	persiste quelle que soit la puissance	persistent à faible puissance

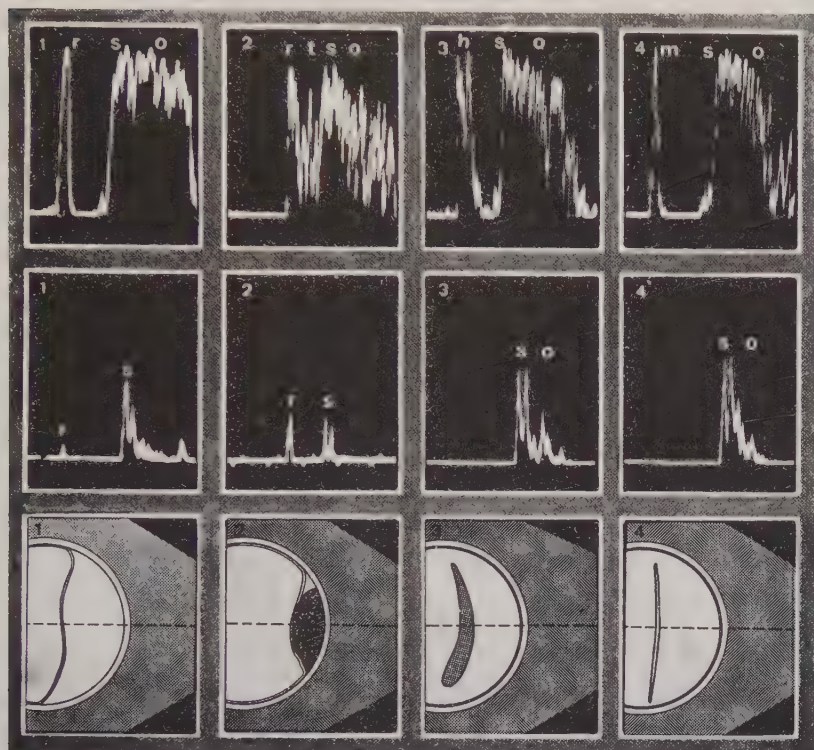


Fig. 2. Demonstration of quantitative echography for distinguishing between detached retina (1 serous, 2 solid detachment) and circumscribed vitreous haemorrhage (3) as well as vitreous membrane (4). *A* low, *C* high sound energy. *r* echo peaks of the detached retina, *t* tumour peaks; *b* peaks of the vitreous haemorrhage; *m* of the vitreous membrane; *s* peaks of the sclera; *o* peaks of the orbital tissue.

L'association d'un décollement de rétine à une néoformation ne pose pas de problèmes diagnostiques. Elle se traduit par la juxtaposition des enregistrements décrits aux paragraphes correspondants.

Au cours de leurs travaux de nombreux auteurs ont apporté des précisions à ce tableau :

- OSSOINIG (1966) insiste sur les grandes chances statistiques de diagnostic ultrasonographique du décollement idiopathique en présence des critères suivants : amplitude du pic enregistré, permanence de ce pic même à faible puissance, fluctuation de celui-ci en fonction de la mobilisation du globe, mais toujours suivi du segment iso-électrique quelle que soit la puissance utilisée.

- ULRICH rapporte une statistique de 111 cas. Un diagnostic erroné n'a été porté que trois fois. Deux de ces erreurs étaient imputables à l'utilisation d'une puissance trop faible.

Cette cause d'erreur est confirmée par BUSCHMANN (1966) : l'utilisation d'un faisceau d'énergie moyenne (20 à 27 mm. "oil distance") ne permettrait pas de différencier un décollement de rétine d'une tumeur. Par contre, l'utilisation d'une forte intensité (37-43 mm. "oeil distance") permet de distinguer plus aisément le décollement idiopathique des néoformations.

A. J. SMOLLEN et N. R. BRONSON (1966) obtiennent des enregistrements de ce type dans vingt deux cas qui sont autant de diagnostics positifs.

Tous les auteurs sont d'accord pour souligner l'homogénéité acoustique du liquide sous rétinien (OKSALA, BAUM et GREENWOOD, BUSCHMANN, LÖPPING et NOVER, MASSIN).

En conclusion, il est facile de faire le diagnostic différentiel entre les décollements de rétine idiopathique de constitution récente et les néoformations.

Pour OKSALA (1967), les décollements de rétine idiopathique peuvent être diagnostiqués par la seule ultrasonographie dans 100 % des cas.

Il existe cependant des possibilités d'erreurs :

1 - Une petite tumeur peut passer inaperçue.

a - Les milieux oculaires sont transparents. La tumeur passe inaperçue à l'ultrasonographie, mais l'aspect clinique est caractéristique.

b - Les milieux oculaires ne sont pas transparents. (Il peut exister une cataracte, une hémorragie du vitré, un trouble autre des milieux).

Le diagnostic peut être fait si on a la chance que le faisceau d'ultrasons tombe sur la petite tumeur et qu'en retour on obtienne un ultrasonogramme typique. Il n'existe pas toujours d'échos pathologiques (voir limites).

2 - Dans le cas de tumeurs petites ou plates, il est possible d'enregistrer un écho intermédiaire de faible amplitude, celui-ci disparaissant souvent à faible intensité. Le diagnostic positif est impossible dans l'immédiat, il reste douteux mais peut parfois être confirmé par la surveillance de l'évolution.

Le tableau suivant schématise la différenciation clinique entre :

	Décollement idiopathique	Néof ormation
Rapidité et intensité des signes fonctionnels	+	-
Fréquence des phos-phènes	+	-
Rapidité de l'atteinte du C. V.	+	-
Dégénérescence vitré choroïde-rétine	+	-
Aspect du décollement	étendu, relativement peu saillant, rétine translucide et de couleur claire. Mobile	limité en dôme, globuleux, + - sombre, fixe
Déchirures	+	-
H. T. O.	-	+ dans certains cas
Epreuve du repos	Réapplication	absence de ré-application

Bien entendu, ce tableau ne concerne que les cas typiques.

Les décollements de rétine symptomatiques d'origine inflammatoire : posent rarement des problèmes diagnostiques ardu. Les uvéites exsudatives aiguës et les syndromes uvéoméningés donnent un enregistrement généralement identique à celui du décollement idiopathique.

En effet, l'abondance du liquide sous rétinien se traduit par un segment iso-électrique net en arrière de l'écho rétinien. Parfois de petits échos intermédiaires disparaissent à faible intensité traduisent l'exsudation sous rétinienne et la présence de cellules.

Le contexte clinique permet de trancher.

2 - Les décollements de rétine idiopathiques anciens sont généralement, au bout de quelques mois, le siège d'une organisation et d'une glieuse réactionnelles.

- Celles-ci donnent le plus souvent un enregistrement ultrasonographique plus complexe que le précédent.

1 - Il existe non pas un écho unique et isolé, mais plusieurs échos successifs (deux ou plus).

Ceux-ci sont dûs à la forme du décollement (multiplicité des plis, décollement ampullaire ou décollement en parapluie) et à l'angle d'incidence du faisceau d'ultrasons par rapport à la rétine décollée.

2 - Il n'existe pas toujours de retour franc à la ligne de base.

Cette anomalie est imputable le plus souvent à l'existence en arrière de la rétine décollée d'un épanchement sanguin plus ou moins organisé.

3 - Les échos réfléchis subissent peu ou pas de modification avec la mobilisation du globe. Ceci n'a d'importance que si les autres signes ultrasonographiques ne sont pas évidents.

- Cependant, certains arguments permettent le diagnostic différentiel :

1 - Morphologie de l'ultrasonogramme :

a - On obtient plus facilement des échos initiaux multiples (deux à trois) de grande amplitude dans les décollements rétiens anciens. Ceux-ci sont le fait d'une rétine très plicaturée.

b - Les échos intermédiaires sont généralement moins nombreux, moins amples, moins denses et moins compacts. Ce phénomène est généralement dû à la présence de liquide sous rétinien.

c - On obtient plus facilement un retour à la ligne de base.

Il existe souvent de courts segments iso-électriques intercalés entre les échos pathologiques.

2 - L'exploration topographique :

a - La distance des échos pathologiques aux échos scléreaux postérieurs diminue progressivement aux limites du décollement.

La transition aux confins de la lésion est donc moins brusque, les limites ultrasonographiques moins nettes. En effet, la tumeur est généralement globuleuse alors que le décollement ancien a des pentes douces.

b - Le décollement ancien occupe une superficie généralement plus importante que les néoformations.

3 - L'exploration cinétique :

a - Les échos intermédiaires disparaissent plus facilement à faible intensité (ULRICH).

b - La multiplication des incidences et la surveillance de l'évolution permet, si l'organisation secondaire n'est pas trop importante, de constater une évolution plus sensible et inéluctable dans le cas des tumeurs.

c - L'indentation entraînerait dans le décollement ancien, la disparition ou l'atténuation des échos pathologiques.

Le schéma suivant résume le diagnostic précédent :

Tableau page suivante.

	Décollement rétinien ancien	Décollement tumoral
1 - <u>Morphologie des pics enregistrés</u>		
a) premiers pics	un à trois de grande amplitude	un de grande amplitude
b) pics intermédiaires	- un à trois de faible amplitude - moins denses, détachés les uns des autres	- amplitude plus importante mais variable - généralement plus nombreux - compacts
c) retour à la ligne de base +++	Existence de segments iso-électriques intercalaires	Pas de retour
2 - <u>Topographie</u>		
Limites	Progressives	Nettes
Etendue	Importante	Localisée
3 - <u>Cinétique :</u>		
a) voie indirecte		
- en fonction de la mobilisation et de l'évolution	Fluctuations inversement proportionnelles au degré d'organisation	Fixes et immuables
- en fonction de la puissance +++	Disparaissent assez facilement	Persistent
b) Voie directe	Echos moins fréquents et moins nets - amplitude moins importante que par voie indirecte	Echos nets amplitude inchangée

Si l'ultrasonographie peut se révéler insuffisante pour trancher, l'allure clinique du décollement et l'anamnèse sont des temps essentiels du diagnostic.

L'ancienneté des signes fonctionnels de début, la lueur pupillaire sombre, l'hypotonie relative, l'opacification unilatérale du cristallin, le trouble et l'organisation du vitré, l'ophtalmoscopie si elle est possible, permettent le diagnostic.

Quelque soit le type de décollement : idiopathique, inflammatoire, ou traumatique, sa morphologie anatomo-pathologique a une importance fondamentale. C'est d'elle que découlent ses caractères acoustiques (densité, topographie, nombre et disposition des interfaces).

Si le diagnostic ultrasonographique en est plus facile dans les décollements récents, les décollements anciens sont toujours organisés, quelle que soit leur étiologie ; la gliose réactionnelle possédant des propriétés acoustiques souvent analogues à celles des tissus prolifératifs malins, le diagnostic en sera beaucoup plus difficile (ceci est valable pour les appareils utilisés actuellement).

Des problèmes réels ne se posent que s'il existe une opacification des milieux dont l'existence de longue date n'est pas prouvée.

La réponse ultrasonographique n'a alors de valeur que si l'enregistrement est positif et typique.

Il est donc impossible de donner une réponse en cas de doute.

II. PARMI LES OPACITES DU VITRE seules les hémorragies peuvent poser de réels problèmes :

1 - Les hémorragies récentes se présentent sous deux aspects différents.

Les hémorragies diffuses ne présentent pas d'interfaces définies, elles donnent très rarement des échos, tout au plus quelques échos labiles et de petite amplitude.

Les hémorragies suspendues pré-rétiniennes réfléchissent assez souvent :

1 - un écho initial relativement net, mais toujours moins important que celui des tumeurs.

2 - Celui-ci peut être suivi par quelques échos intermédiaires qui sont toujours d'amplitude irrégulière et moindres que

ceux réfléchis par une tumeur. -

3 - Ils disparaissent facilement à la mobilisation du globe ou lorsqu'on diminue l'intensité.

Ce seuil serait de 30 décibels pour BUSCHMANN et OK-SALA, de 50 décibels pour MASSIN et POUJOL.

4 - Ces échos passent volontiers inaperçus lorsqu'il existe un obstacle absorbant une grande proportion d'énergie (par exemple une cataracte dense).

Le problème diagnostique se pose alors plus volontiers avec un décollement de rétine qu'avec une tumeur.

La variabilité d'amplitude des échos réfléchis par les hémorragies du vitré et trouvée par les différents auteurs doit être imputée d'une part aux variantes cliniques, d'autre part aux intensités utilisées. Cette variabilité serait d'ailleurs indépendante de la massivité des hémorragies.

BUSCHMANN (1966) confirme que les variations des échos pathologiques réfléchis par des opacités mobiles du vitré (sang, synchisis scintillant) sont des éléments de diagnostic différentiel avec les échos d'origine tumorale.

De petits changements de position entre la sonde et l'oeil conduisent à des variations nettes de l'ultrasonogramme, alors qu'une tumeur solide réfléchit des échos permanents.

R. E. GOLDBERG, M. DAVID et L. K. SARIN (1966) confirment que les hémorragies récentes réfléchissent des échos sous forme de pics irréguliers et mouvants obtenus seulement à grande puissance.

Le seul diagnostic est posé par l'association aux hémorragies du vitré d'un hématome de la choroïde.

Du point de vue ultrasonographique, certaines nuances permettent de pencher pour un hématome.

- L'écho initial est net et souvent bifide (Il correspond à la paroi antérieure).

- Les échos intermédiaires sont moins nets, moins nombreux, moins amples. Ils s'atténuent ou disparaissent à basse intensité (MASSIN et POUJOL).

- Au cours de l'évolution normale, l'hématome choroïdien s'aplatit en une vingtaine de jours. L'enregistrement redevient normal, l'ophtalmoscopie montre parfois une dégénérescence secondaire du pôle postérieur. .

Dans d'autres cas, la cicatrisation entraîne une prolifération gliale ou une calcification secondaire. Le diagnostic est alors plus difficile.

Pour BUSCHMANN (1968), l'ultrasonographie détermine s'il s'agit d'un transsudat ou de sang coagulé, mais ne permet pas toujours de différencier l'épanchement d'une tumeur, car l'espace supra-choroïdien n'est généralement pas homogène.

OKSALA pensait à l'origine (1958) que l'espace sous choroïdien était acoustiquement homogène. Des recherches plus récentes (1962) avec une sonde plus sensible lui permettent de trouver des échos de faible amplitude en arrière de la choroïde. En 1966, ses travaux lui permettent de différencier un décollement choroïdien récent d'une tumeur, mais un épanchement sanguin coagulé en arrière de la choroïde n'en est pas différenciable.

La clinique est utile, montrant l'existence possible de stries angoïdes, de dégénérescence maculaire à tendance hémorragique, d'une affection diathésique, vasculaire ou sanguine, d'un traumatisme. Le diagnostic est d'autant plus difficile qu'il existe des hémorragies diffuses du vitré et que l'ophtalmoscopie est impraticable.

2 - Les hémorragies un peu plus anciennes posent des problèmes différents. Elles peuvent diffuser, toute trace ultrasonographique disparaît alors. Par contre, la formation de caillots sanguins et l'organisation fibrineuse et gliale du vitré entraînent la réflexion d'échos pathologiques nets.

Si l'évolution n'est pas trop avancée, les hémorragies sont encore mobiles, elles réfléchissent des échos variables avec les déplacements du globe, mais moins que dans les cas récents. Leur amplitude devient plus importante. Leur variabilité cinétique et topographique est moins nette que dans les hémorragies récentes.

Elle dépend du degré et de l'ancienneté de l'organisation du vitré. Généralement, les pics qui présentent un aspect en dents de scie, sont plus postérieurs et s'atténuent avec l'intensité.

3 - Dans les hémorragies anciennes, le diagnostic se révèle encore plus difficile. L'amas fibrineux est immobile, adhérent à la rétine, avec rétinite proliférante. L'organisation vitréenne induit souvent de grands échos fixes et immuables semblables à ceux produits par une néoformation. Cette organisation est généralement plus intense dans la partie postérieure du vitré. Le diagnostic est plus facile quand il existe un retour à la ligne de base entre les échos.

Pour OKSALA, LÖPPING, NOVER, ERNEYI et GLANSCHNEIDER ; l'amplitude des échos est d'autant plus nette que les

hémorragies sont plus organisées, mais il existe toujours entre ces échos des segments iso-électriques. Pour NOVER et GLANSCHNEIDER, leur amplitude resterait moindre que celle des échos d'origine tumorale.

A OKSALA et L. SALMIMEN (1966) étudient expérimentalement l'absorption d'un faisceau d'ultrasons par une colonne d'eau de 12 mm. de profondeur ou par une colonne de sang coagulé et la comparent avec celle de différentes tumeurs. Ils concluent qu'il est difficile de faire un diagnostic différentiel par l'ultrasonographie entre du sang coagulé et une tumeur.

4 - L'association d'une hémorragie du vitré à une néoformation est à redouter.

Le diagnostic ophtalmoscopique de celle-ci en est souvent rendu impossible.

L'ultrasonographie aura le mérite d'enregistrer derrière les échos des interfaces hémorragiques ceux réfléchis par la tumeur.

Là encore, la clinique joue un rôle fondamental. Si le diagnostic est facile dans les cas où le malade a été examiné dès le début des troubles oculaires, le clinicien possède un schéma évolutif qui facilite le diagnostic.

Le diagnostic clinique est plus complexe quand on voit le malade pour la première fois après un certain temps d'évolution.

L'anamnèse du terrain, et des antécédents (diabète connu de longue date, préthrombose ou thrombose, hypertension artérielle, etc. . .) l'ancienneté et l'intensité du trouble visuel occasionné, la bilatéralité éventuelle contribuent au diagnostic.

Lorsque l'ophtalmoscopie est possible, elle permet souvent le diagnostic d'hémorragie du vitré. Le diagnostic est difficile quand l'ophtalmoscopie est impossible. L'évolution permet parfois de trancher : les hémorragies ont tendance à se rétracter alors que les tumeurs présentent une évolution progressive et inexorable en l'absence de traitement.

III. LES ECHOS REFLECHIS PAR UNE RETINITE PROLIFERANTE peuvent ressembler à ceux réfléchis par une néoformation de l'uvée postérieure.

1 - Cependant certains caractères fondamentaux permettent de différencier la rétinite proliférante de ce type de néoformation. Dans les cas simples :

a - il n'existe pas de premier écho nettement différencié par son amplitude.

b - les échos sont plus larges et plus hauts.

c - ils sont moins compacts et mieux individualisés, généralement séparés par des segments iso-électriques. L'aspect d'ensemble de l'ultrasonogramme est moins massif.

2 - Dans les cas plus douteux, l'enregistrement ultrasonographique peut être identique à celui des néoformations.

Cependant :

a - l'enregistrement de type tumoral n'est obtenu que dans certaines directions, alors qu'ailleurs les échos présentent la morphologie décrite au-dessus.

b - si une basse intensité entraîne souvent un enregistrement identique dans les deux cas, une intensité plus forte montre la persistance de segments iso-électriques dans la rétinite proliférante tandis que ceux-ci disparaissent généralement dans le cas d'une tumeur.

c - dans la rétinite proliférante, l'amortissement du faisceau est moindre, les pics sont aussi amples depuis l'écho initial jusqu'aux échos les plus postérieurs. Les échos scléaux postérieurs sont nets.

3 - Dans certains cas, rien ne permet de différencier ultrasonographiquement la rétinite proliférante d'une néoformation de l'uvée postérieure.

La clinique permet de trancher à condition, bien entendu, que l'ophtalmoscopie et la biomicroscopie soient possibles : voile blanc partant de la papille vers la périphérie, saillant dans le vitré, englobant les vaisseaux rétinien qui apparaissent souvent coudés et déformés, néovascularisation.

Lorsque l'examen du fond d'oeil est impossible, l'anamnèse et les antécédents permettent souvent une suspicion clinique :

- sur le plan oculaire : bilatéralité fréquente, évolution chronique à long terme, hémorragies récidivantes du segment postérieur, périphlébite, chorioretinite, névrite optique, traumatisme, maladie d'Eales (le diagnostic en est exceptionnellement ardu, il s'agit alors d'une forme clinique évoluant depuis longtemps au premier examen, à prédominance unilatérale, chez un adulte).
- sur le plan général : - maladies diathésiques (dont le diabète hémorragique), maladie sanguine, maladie cardio-vasculaire.

Les publications de différents auteurs sur la rétinite proliférante concordent :

- aspect morphologique des échos (BUSCHMANN, OKSALA, OSSOINIG, SANDER, GOLDBERG, DAVID et SARIN).
- ultrasonographie cinétique (BUSCHMANN et HAUFF, OKSALA et KANSE, OSSOINIG) cependant tous les auteurs ne sont pas d'accord sur la valeur accordée à l'étude de l'amplitude des échos obtenus.
- difficultés importantes du diagnostic différentiel entre ces deux lésions par l'ultrasonographie et la fréquence avec laquelle se confondent les enregistrements obtenus. (BUSCHMANN, OSSOINIG, OKSALA et KANSE, MARCHALL, ANTOINE et BOWYER).

IV. LA DEGENERESCENCE EXSUDATIVE PSEUDO-TUMORALE DE DANISZ ET COPPEZ ET LA DEGENERESCENCE DISIFORME DE JUNIUS KUHNT :

1 - Elles réfléchissent des échos dont l'enregistrement (notamment de l'ultrasonogramme axial) montre l'existence dans les cas récents :

a - Un premier pic fréquemment aigu et pointu.

b - Un complexe d'échos plus petits et irréguliers en arrière, souvent difficiles à obtenir, en particulier du fait de l'absorption cristallinienne.

c - Leur étude topographique montre des limites assez nettes et dégradées autour du pôle postérieur.

d - Leur amplitude est plus faible que celle des échos réfléchis par une néoformation. Elle diminue encore et les échos intermédiaires peuvent même disparaître quand on réduit l'intensité.

2 - Ces formes exsudatives d'atteinte maculaire entraînent, au cours de l'évolution, une organisation gliale. Celle-ci se traduit par des échos de type tumoral lorsqu'elle est suffisamment saillante. Le diagnostic ultrasonographique est alors difficile. La clinique est d'un apport précieux.

Si les signes fonctionnels sont généralement les mêmes, les métamorphopsies; l'association avec les stries angioïdes ou une atteinte vasculaire, la bilatéralité, la dyschromatopsie d'axe bleu jaune, l'ophtalmoscopie (exsudation massive du pôle postérieur jaune-grisâtre, de surface irrégulière, de contours circulaires) font pencher pour une dégénérescence maculaire.

V. CERTAINES ANGIOMATOSSES peuvent par leur fréquence et par l'aspect des échos qu'elles réfléchissent, prêter à confusion.

Parmi elles :

1 - L'angiome de la chorofde donne souvent un enregistrement identique à celui des néoformations de l'uvée.

a - Cependant, les interfaces pathologiques sont souvent représentées par les parois de l'angiome. De ce fait, il semble bien que les échos enregistrés soient généralement moins nombreux et plus larges. Dans certaines directions, on peut enregistrer un segment iso-électrique net correspondant à la cavité de l'angiome.

b - Le diagnostic ultrasonographique et du même coup clinique peut être plus difficile : notamment dans les cas évolués où existent une dégénérescence (notamment calcaire), une prolifération rétinienne, un décollement de rétine, des hémorragies du vitré ou des hémorragies sous-rétiniennes.

c - Certains signes cliniques peuvent permettre de trancher :

- l'ancienneté des signes cliniques,
- l'évolution lente,
- la situation de la lésion au voisinage de la papille,
- sa coloration gris-bleuâtre.

Ce n'est pas toujours le cas et certains diagnostics n'ont été malheureusement faits que par l'anatomopathologie.

2 - La rétinite de COATS ne pose de réels problèmes ultrasonographiques qu'après un certain temps d'évolution. A son début, elle réfléchit rarement des échos.

Nous avons vu que l'ultrasonographie peut être négative, en particulier quand le pouvoir de résolution est insuffisant par rapport à la protusion de la lésion.

Quelques publications se rapportent à ce type de lésion. Elles confirment les données exposées : SMOLLEN et BRONSON (1966), BUSCHMANN (1968), MASSIN et POUJOL (1966 et 1968).

Ce n'est qu'après un certain temps d'évolution, lorsqu'elle présente une prédominance d'un côté, chez l'adulte, avec une prolifération, des néovaisseaux, de la gliose réactionnelle ou des hémorragies organisées avec dégénérescence hyaline ou calcaire que se pose le diagnostic ultrasonographique avec les néoformations.

A ce stade, l'ultrasonographie enregistre des échos de type tumoral. Souvent l'écran montre le pic d'un décollement rétinien avec en arrière des échos intermédiaires.

Cependant, ceux-ci sont souvent d'amplitude plus faible que les mélanosarcomes. D'autre part, il existe plus fréquemment des segments iso-électriques imputables à la présence de liquide sous-rétinien. Ceux-ci disparaissent quand la gliose réactionnelle est très importante.

La clinique peut être d'un apport considérable quand au diagnostic. Le début est précoce, le fond d'oeil montre des masses exsudatives, des micro-anévrysmes, des néovaisseaux et des hémorragies.

Le problème est d'autant plus ardu qu'il peut exister un glaucome secondaire ou une cataracte unilatérale.

3 - Les autres angiomatoses posent rarement des problèmes diagnostiques difficiles.

VI. CONCLUSION -

L'expérience prouve qu'actuellement, il n'est pas toujours possible de faire le diagnostic de la nature de la néoformation uvéale par la seule exploration ultrasonographique. La clinique reste le pilier du diagnostic bien fait : l'ultrasonographe ne fera un examen valable et ne portera de conclusions appréciables que s'il a en sa possession l'ensemble des arguments qui lui permettent une bonne exploration et une synthèse des éléments cliniques et paracliniques. Comme nous le montrera d'ailleurs l'exposé des observations sélectionnées, le diagnostic positif et différentiel ne peut en aucun cas se passer du bilan clinique.

Les tumeurs de la choroïde sont malignes dans 95 % des cas, elles surviennent avec un maximum de fréquence chez l'homme entre 40 et 60 ans, leur diagnostic impose l'énucléation (elles sont pratiquement toujours unilatérales).

Les signes fonctionnels s'extériorisent d'autant plus facilement qu'il existe une localisation du pôle postérieur.

Lorsqu'il existe une tumeur du corps ciliaire (dans 1/3 des cas), il peut y avoir une modification progressive de la réfraction par déplacement du cristallin.

L'attention sera attirée par l'unilatéralité et la progressivité des manifestations.

Dans les cas de naevocarcinome visible à l'ophtalmoscopie (masse globuleuse, saillante dans le vitré, fixe, généralement sombre, à limites nettes, néovascularisée) l'ultrasonographie a un rôle d'appoint.

Dans les formes cliniques relativement nombreuses où le noeovocarcinome se traduit par un faisceau d'arguments cliniques sans être directement visible, l'ultrasonographie peut avoir un rôle important.

En effet, elle permet le diagnostic de néoformation solide en présence d'une masse dépigmentée, d'une calcification du fond d'oeil, d'une dégénérescence hyaline.

Elle est très utile en présence d'un décollement de rétine devant lequel on suspecte une origine secondaire.

Elle apporte également des arguments de poids en présence :

1 - d'une uvéite métastatique, surtout si celle-ci s'accompagne d'une hypertension oculaire, d'un hyphéma ou d'un hypopion.

2 - d'une hypertonie le plus souvent aiguë et unilatérale, à plus forte raison si celle-ci s'accompagne d'un décollement de rétine. Celle-ci peut prendre l'allure d'un glaucome absolu.

L'ultrasonographie permet d'ailleurs dans un pourcentage relativement important de glaucomes absolus de diagnostiquer un mélanosarcome associé. Elle permet souvent dans les cas négatifs d'éviter l'énucléation.

3 - d'hémorragie du vitré avec déficit en secteur de la lueur pupillaire et de la perception lumineuse.

Les autres examens complémentaires, tout comme l'ultrasonographie, n'ont de valeur diagnostique que s'ils sont positifs et s'il s'accordent avec la clinique.

Ils peuvent être négatifs selon la forme anatomo-clinique, la situation ou la taille de la néoformation.

a - La transillumination possède une valeur certaine quand elle est positive. Cependant, les tumeurs du corps ciliaire laissent souvent passer la lumière : elle peut être négative quand la tumeur de la choroïde est mince, peu pigmentée ou de petite taille ; elle peut être positive dans le cas de lésions bénignes ; elle n'explore que la partie antérieure de l'uvéa.

b - La mélanurie a une valeur toute relative. Elle peut exister en l'absence de tumeur mélanique et elle n'est pas constante dans les mélanomes malins. Elle est positive surtout si la tumeur est nécrosée, ou s'il existe des métastases hépatiques.

Dans tous les cas, elle est intermittente.

c - La fixation du phosphore radio-actif est intéressante bien qu'une lésion inflammatoire ou vasculaire puisse donner une fixation

analogue à celle des tumeurs. Les résultats positifs confirmés par l'anatomopathologie sont variables avec les auteurs entre 95 % et 50 %. Ceux-ci dépendent également de la situation de la tumeur. Ils peuvent atteindre 90 % de résultats positifs dans les tumeurs antérieures et 45 % dans les tumeurs postérieures.

d - L'angiographie en fluorescence présente dans les tumeurs primitives :

- une imprégnation précoce et dense de la tumeur, en mottes irrégulières ; la fluorescence augmente au temps artérioveineux et au temps veineux et persiste après celle des vaisseaux rétinien.

- une diffusion à la surface de la tumeur en tâches irrégulières, mal limitées.

- un aspect noirâtre des hémorragies et des plages pigmentées.

Dans les tumeurs métastatiques de l'uvéen, l'imprégnation est plus tardive, moins importante, mais persiste au temps veineux tardif.

Ce mode d'investigation reste cependant avec l'ultrasonographie la meilleure investigation paraclinique qui puisse contribuer au diagnostic.

Comme pour le diagnostic ultrasonographique, la structure anatomopathologique de la tumeur et des milieux qui l'avoisinent entraîne des variations considérables dans l'aspect des angiographies en fluorescence.

En conclusion, le diagnostic ultrasonographique est facile dans les cas simples, typiques et récents et confirme très souvent l'hypothèse clinique et les résultats de l'angiographie en fluorescence.

Il reste difficile quand il s'agit de formes anciennes avec prolifération et organisation secondaire d'un hématome, d'un angiome, d'une hémorragie ou d'une inflammation du segment postérieur ; l'étude angiographique (quand elle est possible) et ultrasonographique du devenir évolutif et des variations cinétiques de la lésion en fonction des épreuves cliniques prend toute sa valeur.

La clinique apporte souvent par l'anamnèse, l'étude du terrain, les méthodes visuelles, les examens complémentaires, un faisceau d'informations suffisant pour trancher le diagnostic et pour déboucher sur une sanction thérapeutique.

L'importance du diagnostic différentiel est fondamentale, puisque se pose le problème de l'énucléation en présence d'arguments positifs suffisants.

J

OBSERVATIONS

Pour chaque observation, nous noterons les signes fonctionnels de début, les antécédents, le bilan clinique et paraclinique (mélانurie, phosphore radio-actif, angiographie fluorescéinique et, plus spécialement, ultrasonographie).

Dans le compte rendu ultrasonographique, l'exploration a toujours été systématique et complète du point de vue topographique, quantitatif et cinétique.

Seuls sont notés les aspects pathologiques.

Chaque fois que le diagnostic ultrasonographique est déclaré typique d'une néoformation solide, cela sous entend que :

- 1 - les échos sont d'amplitude suffisante,
- 2 - il n'existe pas de retour à la ligne de base,
- 3 - les échos intermédiaires sont fixes, immuables, topographiquement et éventuellement au cours de plusieurs examens successifs.
- 4 - Ils persistent à faible intensité.

Nous avons retenu comme diagnostics sûrs, les observations où l'anatomo-pathologie a confirmé l'existence d'une tumeur et les observations où l'évolution clinique ou la présence de métastases ne permettaient aucun doute.

I - TUMEURS PRIMITIVES DE LA CHOROÏDE

OBS. N° 1 -

Monsieur DES ... Albert, âgé de 62 ans, consulte pour un voile précédé de phosphènes, apparu depuis 4 mois dans le secteur nasal du champ visuel de l'oeil gauche. L'extension de ce voile a été progressive ; la baisse de la vision est apparue de façon récente.

L'interrogatoire révèle encore l'absence d'antécédents oculaires et généraux.

L'examen apporte les renseignements suivants :

- l'oeil droit est strictement normal, l'acuité visuelle est de 10/10.
- La baisse de l'acuité visuelle de l'oeil gauche est considérable ; le patient compte les doigts à 1 mètre.
- Si la motilité oculaire, le segment antérieur, les réflexes photomoteurs et la tension oculaire sont normaux, par contre la lueur papillaire est mauvaise dans le secteur temporal.
- L'examen ophtalmoscopique permet le diagnostic :
 - il existe un décollement de rétine temporal intéressant la macula.
 - la nature tumorale de ce décollement est suspectée sur :
 - . sa couleur sombre,
 - . l'absence de pli rétinien et de déchirure,
 - . l'absence d'hypotonie relative.

Angiographie en fluorescence :

Il s'agit d'une tumeur paraissant très étendue et richement vascularisée : imprégnation au temps veineux sous forme d'une image irrégulière faite de zones fluorescentes punctiformes alternant avec des plages sombres. La fluorescence de ces taches grandit, s'étale et tend à diffuser sous la rétine.

L'ultrasonographie confirme le diagnostic. En effet, l'exploration du secteur temporal entraîne l'apparition d'échos pathologiques caractéristiques d'une néoformation solide : l'écho initial est net, à base large, suivi d'échos réfléchis par la sclère ; enfin, ces échos pathologiques ne disparaissent pas après diminution de la puissance d'émission.

L'ultrasonographie précise la topographie de cette néoformation, détermine la place respective du liquide sous rétinien et de la masse solide.

En conclusion : l'ultrasonographie précise le diagnostic et limite la tumeur.

Le diagnostic est confirmé par l'examen anatomo-pathologique : mélanosarcome de la choroïde de type fusiforme : disposition

en faisceaux entrecroisés et totalement apigmentés. On note quelques plages de nécrose peu étendues.

OBS. N° II -

Madame BON ... Marie-Louise est âgée de 81 ans. Elle consulte pour une baisse de l'acuité visuelle de l'oeil gauche qui évolue depuis un an déjà. De façon récente sont apparues des métamorphopsies.

L'oeil droit est normal.

L'oeil gauche est blanc, calme.

- l'examen biomicroscopique ne révèle aucune anomalie du segment antérieur, mais l'acuité visuelle est très basse. La malade compte les doigts à 50 centimètres.
- La lueur pupillaire est inexistante du côté temporal, le champ visuel amputé du côté nasal.
- L'ophtalmoscopie révèle l'existence d'un soulèvement rétinien ; il s'étend du méridien de 1 heure au méridien de 5 heures, de deux diamètres papillaires de la papille à l'équateur. Il intéresse donc la région maculaire. L'aspect de ce décollement de rétine évoque la présence d'une néoformation sous jacente. En effet, ce soulèvement, alors que les premiers signes fonctionnels sont apparus longtemps avant, reste limité, rond, sa couleur grise n'est pas uniforme, il existe des zones blanchâtres ça et là ; sa surface est lisse, sans plis, enfin aucune déchirure n'est trouvée.

Angiographie en fluorescence : imprégnation diffuse du tissu tumoral dès le temps artério-veineux ; la fluorescence augmente progressivement et sur toute la surface de la tumeur lors du temps veineux et du temps veineux tardif.

Ultrasonographie : Existence d'une masse solide. Elle se traduit par une série ininterrompue d'échos intermédiaires entre l'écho initial réfléchi par la rétine soulevée par la tumeur et les échos réfléchis par la paroi sclérale. Cette néoformation s'étend du méridien de 12 h. au méridien de 6 heures et de 12 millimètres du limbe au pôle postérieur (participant au processus tumoral) ; sa protrusion dans le vitré est maximale sur le méridien de 4 h., un décollement de rétine existe en avant d'elle de 5 h. à 6 heures.

En conclusion :

- L'évolution et l'examen cliniques permettaient d'évoquer le diagnostic. L'ultrasonographie le confirme et répond tout à fait à la description anatomo-pathologique.

mélanocarcinome de la choroïde de type fusiforme très pigmenté, assez riche en fentes vasculaires, séparé de la rétine par un décollement assez étendu.

OBS. N° III -

Madame BRI ... Yvonne est âgée de 61 ans.

L'existence d'un soulèvement rétinien droit est découverte lors d'un examen systématique.

L'oeil gauche est normal ; T. O. 15 à l'aplanation.

Examen de l'oeil droit : - V.O.D. = 10/10 sans correction.

Examen biomicroscopique : pas d'anomalie du segment antérieur
T.O.D. - 17 à l'aplanation.

C.V. - scotome temporal très important.

L'ophtalmoscopie montre la présence d'un soulèvement rétinien nasal juxta-papillaire de + 5 dioptries, bien limité.

Cette limitation, la coloration gris ardoise, l'absence de déchirure, l'aspect lisse de la surface font évoquer le diagnostic de néoformation maligne de la choroïde.

Angiographie en fluorescence :

Masse fluorescente dès le temps artériel.

La fluorescence augmente aux temps artério-veineux et veineux et présente un aspect tigré. Au temps veineux tardif, la fluorescence est diffuse en nappe.

L'aspect tigré précoce est très suspect de néoformation maligne.

L'ultrasonographie : La présence d'échos pathologiques d'origine tumorale confirme le diagnostic : série ininterrompue d'échos intermédiaires.

Le siège de cette néoformation solide est nasal, son étendue est plus importante que ne le laissait prévoir l'examen ophtalmoscopique. Les échos intermédiaires sont précédés sur le méridien de 3 h. par un écho unique suivi d'un retour à la ligne de base. Celui-ci traduit l'existence d'un décollement de rétine et d'une lame liquidienne entre la rétine et la masse tumorale.

Examen anatomo-pathologique :

Mélanosarcome de la choroïde développé au contact de la papille, de type mixte fusiforme et pseudo-épithélial, moyennement pigmenté. La rétine est encore au contact de la tumeur avec présence d'images de dégénérescence pseudo-kystique. Dégénérescence de l'épithélium pigmentaire, pas de prolifération tumorale intrasclérale.

OBS. N° IV -

Monsieur RIC ... André, âgé de 42 ans, consulte pour baisse brutale de l'acuité visuelle depuis 3 semaines accompagnée de phosphènes et de sensation de brouillard, sans signes inflammatoires.

Antécédents :

Généraux : paludisme et dysenterie amibienne.
Ophtalmologiques : R. A. S.

Ophtalmoscopie :

Vitré clair, décollement de rétine de 7 heures à 11 heures, de coloration blanc grisâtre, à limites nettes, de 7 dioptries; soulèvement verruqueux à 11 h. avec mobilisation pigmentaire disséminée, macula normale, il n'y a pas de déchirures visibles; hémorragies en flammèches : l'une est nasale et l'autre équatoriale. La papille est hyperhémiee et les vaisseaux un peu tortueux.

Angiographie en fluorescence :

Imprégnation nette au temps veineux sur le méridien de 9 h. zone pigmentée noirâtre au niveau de la zone verruqueuse et des hémorragies. La fluorescéine s'étend en nappe au temps veineux tardif à la surface du décollement.

Ultrasonographie :

Décollement de rétine sur le méridien de 7 heures, et présence d'une néoformation solide de 7 heures et demie à 12 heures, maximale à 11 heures en arrière de l'ora serrata. Les échos sont typiques d'une néoformation.

L'examen somatique complique le diagnostic en montrant une atteinte pulmonaire avec dyspnée, fièvre, atteinte de l'état général et splénomégalie.

Examens complémentaires : sur les radios thoraciques comblement du cul-de-sac gauche dont la ponction montre un épanchement albumineux (cytologie et recherche de B. K. négatives). La mélanurie est négative. La vitesse de sédimentation est normale ainsi que la numération formule sanguine en dehors d'une éosinophilie augmentée.

L'évolution ophtalmologique au cours des 3 semaines suivantes montre la fixité du décollement de rétine et l'apparition de nouvelles hémorragies du fond d'oeil droit avec un oedème rétinien péri-papillaire, puis quelques jours après de petits nodules blanchâtres en tête d'épingle le long des artérioles temporales inférieures. Le décollement de rétine demeure suspendu et ne régresse pas.

La possibilité d'une sarcoïdose ou d'une virose pulmonaire est envisagée.

Un traitement d'essai aux corticoïdes est décidé en service de médecine. Quarante jours après le début de son hospitalisation et au retour du service de médecine générale, la tumeur ne s'est pas modifiée et la rétine inférieure est envahie par de petits nodules infiltratifs. L'énucléation est décidée.

L'anatomie pathologique montre en accord avec l'ultra-sonographie l'existence d'un mélanosarcome fusiforme de la choroïde avec prolifération fibreuse lamellaire en avant de la tumeur.

OBS. N° V -

Monsieur CHA ... Jean-Pierre, 61 ans, consulte pour une baisse d'acuité visuelle de l'oeil droit, progressive depuis 1 an, plus sensible depuis 2 à 3 mois avec sensation de brouillard et myodésopsies, mais pas de phosphènes ni de métamorphopsies.

Au cours des deux derniers mois, sont apparus des phénomènes inflammatoires et douloureux du segment antérieur. L'ophthalmologiste consulté diagnostique un décollement de rétine sans déchirure.

Antécédents oculaires :

Kératite bilatérale de l'enfance avec signes cutanés, ayant entraîné une taie inférieure de l'oeil droit et une atrophie globale de l'oeil gauche.

Traumatisme de l'oeil droit par branche d'arbre il y a 13 mois, à ce moment l'acuité visuelle de l'oeil droit était de 10/10.

Antécédents généraux :

Arthrose de la colonne lombaire.

Examen de l'oeil droit :

- acuité visuelle : 2/10 faibles avec + 2,00
de près P5 avec + 5,00
- tension oculaire : 12 (aplanation)
- examen biomicroscopique : taie cornéenne opaque, dense et vascularisée entre 5 et 7 heures, opacités de la cristalloïde antérieure.
- sensibilité cornéenne normale.
- la lueur pupillaire est abolie dans le secteur inférieur.
- champ visuel : amputation supéro-temporale englobant la tâche de Mariotte.
- Ophtalmoscopie :
 - vitré clair
 - décollement de rétine dans le secteur inférieur jusqu'à la limite supérieure de la papille et en-dessous de la macula oedématisée de 4 h. 1/2 à 7 h.

Le soulèvement est de 3 dioptries à la partie supérieure et de 7 dioptries à la partie inférieure du décollement.

En faveur d'une origine tumorale : son aspect oedémateux, jaune-rosé au-dessous de la papille et pigmenté au-dessous, sa surface irrégulière et bosselée, à contours arrondis, peu mobile, l'absence de déchirures.

Oeil gauche : atrophie avec cornée opaque, rétrécie, vascularisée.

Examen général : petite adénopathie cervicale inférieure droite, absence de métastases viscérales.

Angiographie en fluorescence :

Imprégnation précoce au temps artériel avec augmentation de la diffusion le long des vaisseaux. La fluorescéine s'étend en nappe au niveau de la tumeur.

Conclusion clinique :

Néoformation inférieure de la choroïde de l'oeil droit chez un monophthalme.

L'ultrasonographie localise d'une manière la plus exacte possible la tumeur et permet de poser l'indication du disque de Stallgardt.

Quand la sonde est placée à 12 h., au limbe et sur la sclère : pic important de décollement de rétine suivi d'échos intermédiaires plus larges et moins amples ne retournant pas à la ligne de base.

Malade adressé à la fondation Curie pour application du disque de Stallgardt. Le malade présente 4 mois après une acuité visuelle à 6/10. Le décollement a disparu. La tumeur est peu visible et déprimée.

Ultrasonographie de contrôle :

Tumeur aplatie et déprimée principalement en son centre avec limites nettement moins étendues. Il persiste cependant des échos pathologiques signant la persistance d'une néoformation dans le secteur nasal inférieur.

Angiographie en fluorescence de contrôle :

Dans la zone du disque : atrophie chorioretinienne et une légère diffusion au temps artérioveineux et au temps veineux à partir de groupes de petits néovaisseaux sous et péri-maculaires. Celle-ci persiste au temps veineux tardif.

II - TUMEURS METASTATIQUES DE LA CHOROÏDE

OBS. N° VI -

Monsieur BRO ... Jacques, âgé de 35 ans, consulte pour baisse de l'acuité visuelle progressive de l'oeil droit avec sensation de brouillard. Les signes évoluent depuis 3 mois.

Antécédents : père mort de leucémie ;
personnels : R. A. S.

Oeil gauche : normal - T. O. : 15 (aplanation)

Oeil droit :

- acuité visuelle : 8/10
- examen biomicroscopique : segment antérieur normal.
- T. O. : 15 (aplanation)

Ophtalmoscopie :

Soulèvement rétinien sus-maculaire à contours irréguliers, étendu de 4 diamètres papillaires. Ce soulèvement est très suspect de néoformation maligne sous-jacente : sa surface est lisse, sa coloration blanc-grisâtre n'est pas uniforme : il existe de petites taches plus foncées, pigmentées.

Ultrasonographie :

Néoformation solide du pôle postérieur siégeant au-dessus de la macula.

Champ visuel, motilité et sensibilité cornéenne sont normaux.

Anatomie pathologique :

Petit nodule tumoral intra-choroïdien d'aspect histologique rappelant l'épithélioma cylindrique glandulaire digestif. Des cavités limitées par des travées épithéliomateuses sont remplies de mucine colorable au bleu-alcyan.

Bilan général :

Aucune néoformation de l'appareil digestif.

- appareil pulmonaire : anomalie radiologique du poumon droit.
- bronchoscopie : importante altération des bronches droites avec épaississement de l'éperon de la lobaire supérieure droite et orifice rétréci, sténose complète de la bronche de Nelson sans bourgeonnement visible.
- tomographies : aspect très évocateur de néo du poumon droit.

OBS. N° VII -

Madame GAO ... Marguerite, âgée de 65 ans, consulte pour baisse bilatérale de l'acuité visuelle, isolée, prédominant à droite, attribuée à une cataracte. Elle présente une forte myopie bilatérale.

Antécédents :

Microtraumatismes craniens spontanés et répétés.

Examen oeil droit :

Acuité visuelle 1/10 avec - 12 ; P 6 avec - 6,00

Examen biomicroscopique : segment antérieur normal, opacités nucléaires et corticales.

Ophthalmoscopie :

Cet examen est gêné par l'existence d'opacités cristalliniennes. Toutefois, il diagnostique l'existence de nombreux corps flottants du vitré, d'un décollement de rétine total, prédominant de 3 à 10 heures 30, vu à + 3,00.

Ce décollement est très suspect de néoformation maligne sous-jacente devant la présence de tâches rosées sur le méridien de 5 h., de deux zones de gros plis dans le secteur nasal inférieur et temporal inférieur et d'une zone saillante blanchâtre à 7 h. 30.

Ces signes persistent après quelques jours de repos malgré une réapplication partielle du décollement. Il n'y a pas de déchirures visibles.

Examen oeil gauche :

Acuité visuelle : 2/10 avec - 10 et P 3 avec - 5,00.

Examen biomicroscopique : segment antérieur normal, sclérose cristallinienne, avec opacités nucléaires et corticales postérieures.

Ophthalmoscopie :

Trouble du vitré et corps flottants, remaniement maculaire de type sénile, la rétine semble à plat.

L'examen somatique révèle la présence d'une tumeur du sein gauche.

Celle-ci présente des caractères cliniques de malignité sans adénopathie satellite. La radiographie pulmonaire révèle la présence de petits nodules para-hilaires droits.

L'angiographie en fluorescence ne permet pas de déterminer si la masse s'imprègne. Celle-ci paraît masquée par les plis rétinien.

L'ultrasonographie confirme le décollement total et permet de noter la présence d'échos intermédiaires caractéristiques de néoformation solide dans le quadrant temporal inférieur.

Il est pratiqué une intervention de HALSTEAD sur le sein gauche et un traitement radiothérapique de l'oeil atteint.

En conclusion, bien que l'ophtalmoscopie et l'angioscopie se soient révélées en défaut dans le cas présent, le diagnostic clinique et ultrasonographique est déterminant.

A la moitié du traitement radiothérapique :

- V.O.G. - 9 : 2/10 - P5.

Sclérose cristallinienne

Trouble du vitré : nombreux corps flottants

La rétine semble bien à plat. Remaniement maculaire sénile.

O.D. - Décollement de rétine total avec 1 îlot supérieur de rétine qui semble à plat.

OBS. N° VIII -

Madame CON ... Arlette, âgée de 45 ans, est hospitalisée pour crises convulsives.

L'ophtalmoscopie alors pratiquée montre des anomalies du fond de l'oeil droit : néoformation choroïdienne soulevant la rétine de l'oeil droit.

L'interrogatoire révèle :

- d'une part l'apparition depuis 2 mois d'une sensation de voile de l'oeil droit. Cette sensation de voile noir, intermittente au début, devient permanente un mois plus tard et se complète d'une baisse nette de l'acuité visuelle.
- d'autre part, l'existence d'une mammectomie gauche pratiquée 1 an plus tôt.
- La survenue de convulsions associées à un fléchissement de l'état général fait réserver le pronostic général.

Examen oeil droit :

- Acuité visuelle : 3/10 sans correction, P 1,5 avec + 2,50
- Examen biomicroscopique : segment antérieur normal.
- Motilité et sensibilité cornéenne normales.
- T. O. : 8 à l'aplanation.
- Lueur pupillaire abolie dans le secteur temporal.
- La transillumination est positive dans le même secteur.

L'ophtalmoscopie montre l'existence de deux masses :

- soulèvement rétinien temporal étendu de 5 à 11 h. 30, fixe, n'atteignant pas la macule.
- une masse plus saillante et plus grisâtre apparaît en périphérie de 8 h. 30 à 11 h.

Le reste de la rétine décollée est de coloration blanchâtre. Il existe à 3 h. une zone grisâtre, oedémateuse, non soulevée.

Angiographie en fluorescence :

Dès le temps artériel, apparition de nombreuses petites taches pommelées dans la région du soulèvement rétinien. Leur fluorescence augmente au temps artério-veineux et au temps veineux avec diffusion sur toute la surface de la tumeur du temps veineux tardif de 7 à 11 heures.

Les mêmes taches apparaissent dans la zone grisâtre à 3 h.

Ultrasonographie : présence de deux foyers d'échos tumoraux typiques. Le premier est temporal, étendu, le deuxième plus petit est nasal.

Leur topographie correspond exactement à celle de l'ophthalmoscopie.

L'enquête somatique révèle la présence de métastases pulmonaires.

Il est décidé un traitement par antimitotiques.

III - TUMEURS DU CORPS CILIAIRE

OBS. N° IX -

Madame Renée DEL . . . , âgée de 56 ans, consulte pour une baisse de l'acuité visuelle de l'oeil gauche apparue depuis 15 jours.

Celle-ci a été précédée 1 mois et demi auparavant par une sensation de tache brunâtre juxtalimbique dans le champs nasal inférieur du même oeil.

Aucun antécédent général ni ophtalmologique n'est noté.

Examen de l'oeil droit :

Acuité visuelle de 10/10 et P2

Examen objectif normal. T. O. 18

Examen de l'oeil gauche:

Acuité visuelle de 4/10 et P4 non améliorables.

Motilité normale.

Sensibilité cornéenne diminuée par rapport au côté opposé.

Tension oculaire : 32 (aplanation)

Biomicroscopie : (schéma page)

Conjonctive : Au niveau du limbe, grosse tache noire légèrement et irrégulièrement saillante au niveau de laquelle chemine un gros vaisseau très dilaté.

Trois autres petites taches noires, limbiques à 10 et 11 h. et quelques taches pigmentées sous la conjonctive à VI h.

La conjonctive est légèrement plissée à ce niveau.

Le reste de la conjonctive est normal.

La cornée est claire, saupoudrée de très nombreux et très fines taches pigmentées situées au niveau de l'endothélium.

Chambre antérieure : pas de Tyndall.

Iris saillant de VI h. à IX h. , il tombe en avant comme s'il était refoulé par une masse postérieure.

Cette masse plus foncée que l'iris et plus homogène s'insinue entre l'iris soulevé et la cornée contre laquelle elle est plaquée à partir du limbe.

Cette extension pré-irienne est maximum à 8 h. et décroît progressivement jusqu'à VI h. et IX h. Il existe entre V h. et VI h. quelques petits îlots pigmentés indépendants de cette masse à la face profonde de la cornée.

La masse rétro-irienne affleure l'aire pupillaire qu'elle ne déborde pas, mais qu'elle repousse en avant à VIII h.

La pupille est à ce niveau à distance de l'iris. Celui-ci présente une synéchie de 6 à 8 h. Les dépôts pigmentaires tapissent la cristalloïde antérieure.

Le cristallin est opalescent avec cupule postérieure.

Ophtalmoscopie :

Pas d'extension apparente à la choroïde, mais existence à 6 h. de deux petites hémorragies périphériques.

Gonioscopie :

Le fonds de l'angle est envahi par une couche très pigmentée dans la zone tumorale.

Examen général : pas de pigmentation cutanée,
pas d'adénopathie
foie et reins normaux

Il est pratiqué une iridocyclectomie de l'oeil gauche.

Anatomo-pathologie :

Mélanosarcome de type épithélial avec monstruosité nucléaires et éléments multinucléés. La tumeur est moyennement pigmentée et vascularisée par des capillaires à parois fines mais nettes.

L'exérèse ne dépasse pas les limites de la tumeur à l'extrémité distale de celle-ci.

Ultrasonographie de contrôle :

Sonde appliquée du côté temporal du limbe à 15 mm. et de 12 h. à 8 h.

- Echos antérieurs sur 7 mm. environ.
- Echos postérieurs répondant à la zone d'intervention, gros caillot.

Sonde appliquée à 6 h. et 12 h. : quelques échos antérieurs : sang.

Pas d'échos postérieurs pathologiques dans les deux cas.

Sonde aux confins de la zone d'intervention : quelques échos antérieurs peu marqués.

Sur méridien de 9 h. : échos antérieurs.

Conclusion :

Il ne semble pas exister de décollement de rétine. Hématome de la zone d'intervention (nous pensons) et de toute la périphérie.

Nouvelle ultrasonographie 2 semaines après :

Sonde sur zone opérée : pas d'échos pathologiques anté-

rieurs ou postérieurs. De part et d'autre : à 7 et à 11 h. , écho normal.

Sonde à 9 h. et à 5 h. à 10 mm. : écho normal.

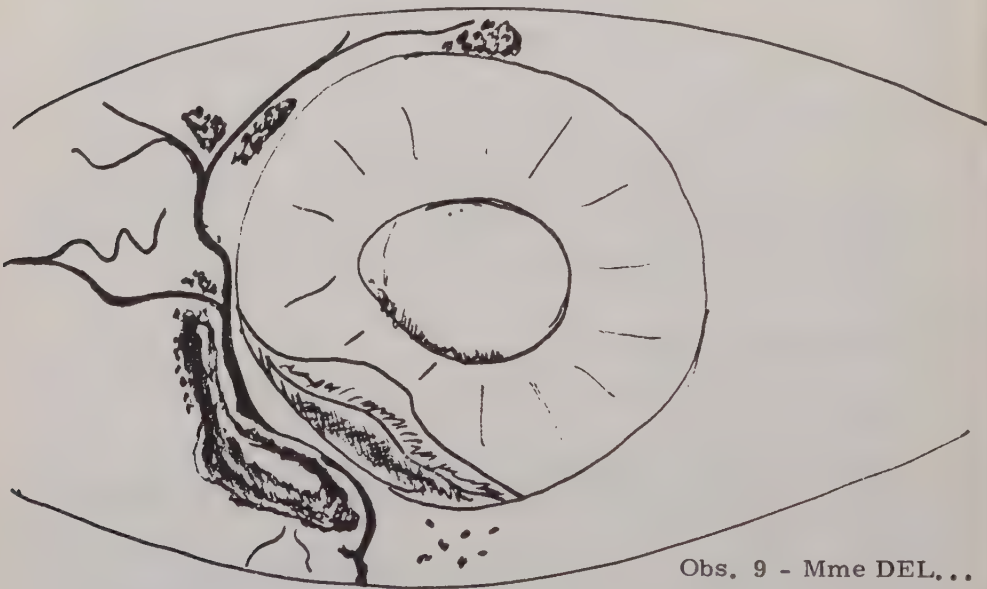
Sonde sur cornée : large cristallin avec écho postérieur du cristallin important.

Intensité 6 - seuil 4 - Echos rétro-cristalliniens sur 9 h. : hémorragie en voie d'organisation.

Conclusion :

Rétine à plat, pas de récive de la tumeur, disparition de l'organisation hémorragique.

Biomicroscopie : Cataracte molle.



Obs. 10 - M. GIR... Roger

OBS. N° X -

Monsieur GIR ... Roger, âgé de 71 ans, consulte pour une "voussure" de l'oeil gauche apparue 6 mois auparavant. Il ne s'est pas autrement inquiété, celle-ci n'ayant apparemment pas grossi.

Depuis 2 mois, baisse d'acuité visuelle avec larmoiement et douleur à la pression du globe oculaire.

Aucun antécédent notable n'est signalé.

Examen : alors que l'oeil droit est strictement normal, le diagnostic est évoqué dès l'inspection de l'oeil gauche, il compte seulement les doigts à 2 mètres.

Examen biomicroscopique :

Cornée claire, refoulée en avant dans sa moitié inférieure par la tumeur de l'iris.

Chambre antérieure : envahie par une néoformation inférieure de l'iris, de coloration brun rougeâtre, arrondie, parsemée de taches punctiformes pigmentées et très vascularisées en surface.

La pupille est déformée ascensionnée.

Pas de Tyndall.

Cataracte totale, pas de lueur pupillaire.

Tension oculaire des 2 côtés : 11 à l'aplanation.

Sensibilité cornéenne, comparativement normale.

Gonioscopie : La tumeur masque l'angle sans qu'on puisse préciser son pédicule.

Examen général :

Foie normal, aires ganglionnaires libres, examen neurologique normal, radiographies du crâne normales. Mélanurie négative.

L'ultrasonographie seule permet de rechercher une extension et de prendre une décision quant à l'intervention préconisée. Elle montre à gauche, comparativement avec le côté droit qui est normal : pôle postérieur à la même distance. Cristallin refoulé en arrière. Masse tumorale située dans la chambre antérieure. Celle-ci s'étend dans le segment postérieur jusqu'à 6 mm. du limbe de 5 h. à 8 h. 1/2. Pas de décollement de rétine.

Il est pratiqué une iridocyclectomie.

Les suites opératoires sont bonnes, mais la cataracte pré-existante se complète.

OBS. N° XI -

Monsieur DEP ... Lucien, âgé de 58 ans, consulte pour une sensation de corps étranger avec démangeaisons de l'oeil droit depuis une dizaine de jours.

Antécédents : négatifs.

Oeil gauche : normal - T.O. 15.

Oeil droit : Acuité visuelle 3/10 et P2 avec correction.

Biomicroscopie : congestion conjonctivale importante, envahissement tumoral de l'angle avec dissémination pigmentaire importante de la partie voisine de l'iris.

Gonioscopie : pigmentation angulaire très importante sur presque la moitié de la circonférence.

Ophthalmoscopie : fine zone pigmentée avec condensation du vitré en avant.

T.O.D. : 15

Ultrasonographie :

Sonde directe : échos tumoraux caractéristiques de 12 h. à 6 h. en périphérie, s'étendent très en arrière de 1 h. 1/2 à 5 h. en posant la sonde sur la cornée au limbe, et en paralimbique à 5, 10 et 15 mm. Sonde indirecte : échos suspendus évoquant une masse en surplomb dans le même secteur.

Mélanurie négative.

Examen somatique : pas de métastases viscérales.

Anatomie pathologique :

Après la première intervention :

Volumineux mélanosarcome du corps ciliaire formé de grandes cellules pseudo-épithéliales surchargées de pigment.

En outre, présence entre le muscle ciliaire et la sclère d'amas de grandes cellules mélanoblastiques infiltrant les fibres les plus externes du muscle.

Bilan post-opératoire :

- hématome vitréen
- opacification du cristallin

Ultrasonographie : longueur du globe semble moins importante :

Cristallin : échos intermédiaires : opacification

Quadrants temporaux : pas d'échos pathologiques.

Quadrant nasaux :

- Dans la région de 5 h. à 6 h. : échos apparaissant à 15 h avec échos intermédiaires ne disparaissant pas à basse intensité.

Il est possible que ce soit un hématome.

Nous pensons qu'il s'agit plutôt d'une masse tumorale.

A 11 h. : échos intermédiaires, mais protrusion moins importante.

Bilan 6 mois plus tard :

E. R. G. :

O.D. Potentiels non enregistrables, il existe certainement, derrière la cataracte, de très importantes lésions rétiniennees.

Radio pulmonaire :

Petit nodule dense axillaire droit.

L'examen précédent était négatif.

Extraction cristallin :

- Greffe sclérale parfaitement incorporée.

- Cristallin extrait au cryo.

Bilan de sortie : oeil droit.

Calme, paraît plat, L. P. (-), P. L. +, Buée épithéliale cornéenne, nombreux gros plis descémétiques disposés en éventail. Vascularisation importante en bas. C. A., plate. F. O. - non vu. T. O. serait normale aux doigts.

Un mois plus tard :

- Caillots dans le vitré

- On arrive à voir la sclère en périphérie au verre à trois faces.

OBS. N° XII -

Madame DEL ... Lucie, âgée de 57 ans, consulte pour baisse progressive d'acuité visuelle de l'oeil droit ayant débuté 4 mois auparavant avec une impression de voile noir dans le champ inférieur et phosphènes.

Aucun antécédent notable.

Examen de l'oeil gauche : strictement normal.

Examen de l'oeil droit :

Acuité visuelle 1/10 et P5 non améliorables

Hypo-esthésie de l'hémicornée supérieure.

Segment antérieur normal.

Dès l'inspection et au mieux, en biomicroscopie, apparaît, se projetant dans l'aire pupillaire, une masse noire supérieure saillante dans le vitré.

Examen gonioscopique : refoulement de la racine de l'iris à sa partie supérieure.

Tension oculaire égale des deux côtés : 15 à l'aplanation.

Ophthalmoscopie : vitré clair, masse volumineuse, saillante, bosselée, noirâtre, non vascularisée, étendue de 10 à 2 h., allant jusqu'à l'ora serrata en périphérie et à la limite supérieure de la papille en arrière.

De 4 à 6 heures, existe un décollement de rétine mobile et translucide.

Le reste de la rétine est normal.

L'examen général élimine une autre localisation.

L'angiographie en fluorescence : imprégnation dès le temps artériel la fluorescence augmente au temps veineux précoce et diffuse au temps veineux très tardif, au niveau du ballon tumoral et du liquide de décollement rétinien.

L'ultrasonographie : confirme décollement de rétine sub-total, surtout de 8 h à 1 h avec organisation vitréenne postérieure et avant de la rétine et antérieure. Néoformation du corps ciliaire de 9 h 1/2 à 11 h 1/2.

Conclusion :

Mélanosarcome du corps ciliaire, de type pseudo-épithélial, s'étendant bien en arrière et semblant dépasser les limites de l'exérèse.

L'énucléation est décidée.

Anatomo-pathologie :

L'examen des autres segments du globe (coupes en paraffine) permet en effet de découvrir un naevo-carcinome en partie nécrosé siégeant aux environs de l'équateur et entraînant un décollement de rétine total.

Vue 9 mois plus tard : va bien.

Nous avons examiné plus de 20 cas où l'ultrasonographie s'est révélée typique, mais où les données cliniques ou anatomo-pathologiques nous ont manqué. Il a été conseillé à l'ophtalmologiste qui nous les avait adressés de pratiquer une énucléation. Parmi eux :

Mr M ... Alain, 24 ans -

Décollement rétinien localisé, suspendu, légèrement pigmenté, sans déchirures, ni plis.

Mr B ... Marcel, 70 ans -

Décollement de rétine sans déchirure visible. Poche grise bombée sans plis, limites nettes et immobiles, transillumination positive.

Mr G ... Hervé -

Décollement rétinien symptomatique, peu mobile, sans plis, ni déchirures, de pigmentation jaune grisâtre à limites nettes.

Mme D ... Lucienne, 45 ans -

Ablation du sein gauche 6 mois auparavant.

Cobalthérapie.

OG : décollement supérotemporal soulevé en masse.

Oedème maculaire - zone blanchâtre surélevée supérotemporale.

Mr S ... François, 64 ans -

Décollement rétinien suspendu dans le secteur inféro-nasal.

Me T ... Louise, 83 ans -

Cataracte pathologique unilatérale associée à une hypertension rebelle.

Me G ... Gisèle, 40 ans -

Masse saillante du pôle postérieur de couleur gris jaunâtre avec dissémination floconneuse jaunâtre dans le secteur temporal inférieur.

Me L ... Eugénie, 45 ans -

Néof ormation saillante, peu pigmentée parapapillaire.

Mr F ... Maurice, 50 ans -

Néof ormation saillante du pôle postérieur à limites nettes s'étendant dans le secteur temporal jusqu'à l'équateur.

Me D ... Jeanne, 72 ans -

Décollement rétinien suspendu inféro-temporal avec mottes pigmentées à sa surface. Pas de déchirures.

EXEMPLES DE DIAGNOSTIC DIFFERENTIEL DIFFICILE

Madame LON ... Gabrielle, est âgée de 69 ans.

Elle consulte pour une chute brutale et récente de l'acuité visuelle de l'oeil droit. Celle-ci est isolée. La malade est une forte myope.

Antécédents : généraux : R. A. S. ; ophtalmologiques : R. A. S. en dehors de sa forte myopie.

Examen :

Oeil droit

- acuité visuelle réduite à la perception lumineuse dans les différents secteurs.
- celle-ci s'explique par l'examen biomicroscopique qui montre :
 - à la face postérieure de la cornée : petits précipités blancs,
 - discrète atrophie de l'iris,
 - cataracte pathologique à reflets polychromes.

Tension oculaire : 16 (aplanation)

E. R. G. : réponse normale.

Oeil gauche

- acuité visuelle 2/10 avec - 12 ; P3 avec - 7
- examen biomicroscopique : segment antérieur et cristallin sont normaux.
- tension oculaire : 12 (aplanation)
- E. R. G. : réponse normale.

Devant ce tableau clinique de l'oeil, on suspecte un syndrome de Fuchs. Par mesure de prudence, une ultrasonographie est pratiquée :

- Echos intermédiaires sans retour à la ligne de base diminuant d'amplitude mais ne disparaissant pas à basse intensité, situés de 11 h. et demi à midi à 10 mm. du limbe.

Cependant un deuxième ultrasonogramme pratiqué à 15 jours d'intervalle montre la disparition des échos précédents.

L'extraction du cristallin est décidée.

Elle permet l'ophtalmoscopie qui montre l'existence d'une masse bleu-grisâtre à limites assez nettes et arrondies, située sous la papille.

Ultrasonographie de contrôle :

pratiquée alors montre la présence d'échos intermédiaires de 11 h. 30 à 12 h. 30.

Angiofluoresceïnographie :

pas d'imprégnation, ce qui permet d'envisager le diagnostic d'hématomate choroïdien. L'évolution confirme cette hypothèse, en effet un mois après, la malade présente une acuité visuelle de l'oeil opéré de 12/10 avec correction, les signes ophtalmologiques et ultrasonographiques ont disparu.

Monsieur LE ... Roger, est âgé de 42 ans.

Il consulte pour une baisse d'acuité visuelle de l'oeil droit apparue depuis 3 à 4 mois avec petite douleur périorbitaire. L'ophtalmologiste consulté met en évidence un soulèvement rétinien supéro-nasal de l'oeil droit sans déchirure visible et l'adresse en consultation externe pour examen ultrasonographique. Celui-ci montre l'existence d'échos intermédiaires pathologiques sans retour à la ligne de base, typiques d'une néoformation solide, en avant de ceux-ci se trouve un pic isolé de décollement rétinien.

Antécédents : rétinite centrale exsudative de l'oeil droit, il y a 5 ans avec récupération fonctionnelle ultérieure. Strabisme convergent de l'oeil droit.

Examen :

Oeil droit :

- acuité visuelle 5/10 avec + 5,00 ; P1,5 avec + 8,00
- examen biomicroscopique : segment antérieur normal.
- T. O. 18 à l'aplanation.

Ophtalmoscopie : soulèvement rétinien mal limité de 6 dioptries dans l'hémichamp supérieur. Son aspect est assez translucide. Il est le siège d'une vascularisation importante. En avant du soulèvement, on distingue une mince lame liquidienne. Le reste de la rétine est à plat. Il n'y a pas de déchirure visible, pas de pigmentation apparente.

Oeil gauche : normal en dehors de la présence au fond d'oeil de micro-exsudats pailletés et brillants de la région sous-papillaire.

Examens complémentaires :

Ultrasonographie de contrôle pratiquée 4 mois après la première :

Présence d'échos intermédiaires de néoformation solide, situés dans la même zone que le premier ultrasonogramme et précédés d'un pic de décollement de rétine peu important.

Angiographie fluorescéinique de l'oeil droit :

Imprégnation précoce et progressive de la zone tumorale au Temps artériel, maximale au temps artério-veineux et surtout au temps veineux. La fluorescence présente des mouchetures mal limitées et floues. Il n'existe pas de plages pigmentaires ni hémorragiques.

Une diffusion de la fluorescéïne apparaît à partir des néovaisseaux rétinien au temps veineux tardif. Les limites de la tumeur sont difficiles à préciser. Il n'y a pas d'imprégnation d'un éventuel liquide sous-rétinien. La fluorescence tumorale reste très tardive. Le diagnostic reste difficile.

L'examen anatomo-pathologique des coupes en paraffine révèle qu'il s'agit d'un angiome de la choroïde dont les cavités sont en grande partie thrombosées. Ces thromboses pourraient expliquer en partie la présence ultrasonographique de pics d'aspect néoformatif.

Monsieur FR ... André, est âgé de 60 ans.

Il consulte pour une baisse d'acuité visuelle de l'oeil droit apparue un mois et demi auparavant. Celle-ci semble isolée, le malade qui ne parle pas français, est difficilement interrogeable. Aucun antécédent notable.

Examen :

oeil gauche strictement normal.

oeil droit :

- Acuité visuelle non chiffrable (le malade voit bouger les doigts dans le secteur temporal).
- Tension oculaire (égale des 2 côtés) : 15 à l'aplanation
- Examen biomicroscopique : segment antérieur normal
- La lueur pupillaire est mauvaise dans le secteur nasal et la perception lumineuse abolie.
- Transillumination positive dans le secteur nasal.

Ophtalmoscopie :

- Vitré clair

- absence d'hémorragie
- décollement rétinien total, ancien et organisé avec une poche supérieure importante, bien limitée, pigmentée, englobant la papille.
- la macula n'est pas visible.
- pas de déchirure visible
- zone suspecte à 10 h, saillantes de 6 dioptries.

Angiofluorescéinographie :

Imprégnation précoce de la masse dès le temps artériel dans la zone située au-dessus de la papille, pigmentation en nappe à sa partie inférieure. La fluorescéine diffuse à la surface de la masse présumée au temps veineux.

Ultrasonographie :

Décollement rétinien total avec organisation solide sous rétinienne dans toute la partie supérieure de la rétine. Celle-ci siège à la partie postérieure, car on n'arrive jamais à obtenir un écho antérieur direct quand on place la sonde dans la partie supérieure de la rétine.

Dans le cas présent, l'U.S.G. ne permet pas de trancher entre une organisation fibreuse d'un décollement rétinien total ancien et une néoformation maligne primitive.

Cependant par mesure de prudence, l'énucléation est pratiquée. L'anatomo-pathologie montre l'absence de formation tumorale maligne.

En l'occurrence l'ultrasonographie s'est révélée plus intéressante que l'angiofluorescéinographie.

K

CONCLUSIONSINTERET ET EVOLUTION ACTUELLE DE L'ULTRASONOGRAPHIE

I. L'intérêt de l'ultrasonographie dans les néoformations de l'uvée postérieure est grand : Elle est toujours possible, facile, utile et anodine.

1 - Elle est toujours possible et facile :

Quelles que soient les lésions oculaires et les obstacles au diagnostic qui en résultent, l'enregistrement est toujours possible. On peut l'effectuer quels que soient l'âge et l'état oculaire ou général du patient.

2 - Elle est utile :

a - Elle permet dans tous les cas de déterminer la situation des différentes parties du globe oculaire et leur état normal ou pathologique.

b - Quand les milieux transparents présentent un obstacle insurmontable (opacité de la cornée, hyphéma, uvéite antérieure, cataracte, troubles du vitré etc ...) aux méthodes optiques (ophtalmoscopie, verre à trois faces, angiographie en fluorescence, etc..) l'ultrasonographie prend toute sa valeur. Elle permet de rechercher la cause de l'obstacle (par exemple en présence d'une cataracte unilatérale, d'éliminer un décollement de rétine ou une néoformation).

c - Lorsque la cause est connue, elle contribue à fixer le pronostic visuel (à savoir si l'obstacle n'est associé à aucune autre atteinte oculaire) et de décider si l'intervention est utile. Elle permet de juger de l'opportunité d'une extraction et d'éliminer une lésion du segment postérieur.

d - Elle doit être pratiquée chaque fois que l'on suspecte la possibilité d'une néoformation maligne de l'uvée postérieure. Elle est indispensable quand les autres investigations cliniques et paracliniques paraissent insuffisantes. Par la gravité des implications qu'entraîne un tel diagnostic, elle est nécessaire même dans les cas où l'ophtalmoscopie et la biomicroscopie permettent de faire le

diagnostic. La comparaison ultérieure entre les données cliniques, anatomo-pathologiques et ultrasonographiques permet d'enrichir nos connaissances ultrasonographiques dans ce domaine.

3 - Elle est anodine :

L'inocuité de l'application ultrasonographique au diagnostic de la pathologie oculaire s'est révélée parfaite pour tous les chercheurs (HUGUES, OKSALA, LEHTINEN, BAUM, GREENWOOD). Les caractéristiques du faisceau d'ultrasons employé (pouvoir énergétique, fréquence, sporadicité de l'impulsion engendrée) sont autant de facteurs de sécurité pour l'oeil examiné.

L'énergie couramment employée varie selon les auteurs de 0,50 watt à 20 watts par centimètre carré, ce qui ne constitue pas un danger réel pour les milieux oculaires. Pour GESTNER, la durée réelle d'application des ultrasons est le millième de la durée totale de l'examen. Au grand maximum, elle serait du centième.

Les travaux les plus récents (1965 à 1968) des différents auteurs confirment nos conclusions (BUSCHMANN, MASSIN, NOVER, OSSOINIG, OKSALA).

II. L'évolution actuelle de l'ultrasonographie et son intérêt à venir :

Les perfectionnements techniques et les apports successifs des différents auteurs permettront de préciser dans un avenir proche les éléments du diagnostic ultrasonographique des néoformations de l'uvée postérieur.

1 - L'étude plus approfondie des propriétés du faisceau d'ultrasons lors de son passage dans les milieux oculaires pathologiques ainsi qu'une meilleure codification quantitative doivent permettre à l'examineur :

a - lors de l'émission, de codifier le potentiel énergétique, la fréquence, la forme du faisceau d'ultrasons émis, et ce pour chaque lésion en fonction du type de diagnostic envisagé et de sa localisation.

b - Lors de la réception, de connaître d'une manière précise son comportement lors de son passage à travers les milieux oculaires.

2 - Les perfectionnements techniques apportés à la réalisation des appareils :

- par la standardisation des caractéristiques fondamentales de la

sonde et de l'oscillographe cathodique employés ; par la codification et l'étalonnage rigoureux des unités employées (fréquence, intensité et amplification) ; par l'amélioration du rendement énergétique, la diminution des phénomènes de dispersion, de diffusion et d'absorption du faisceau ; par une meilleure visualisation des signaux obtenus (mise en forme), devraient permettre dans un avenir proche l'utilisation plus rigoureuse des ressources de l'ultrasonographie cinétique et l'augmentation du pouvoir de résolution. Il nous semble possible de réduire d'une manière appréciable la distance minimale de deux interfaces pouvant se traduire sur l'écran par des échos nettement séparés (0,25 mm.).

3 - Les éléments apportés par l'ultrasonographie au diagnostic des néoformations de l'uvée postérieure seront d'autant plus importants que les deux conditions précédentes seront réunies.

Vu le Président de thèse

G. OFFRET, Professeur

Vu le Doyen de la Faculté :

G. BROUET

Vu et Permis d'Imprimer

Le Recteur de l'Académie de Paris :

J. ROCHE

BIBLIOGRAPHIE

ALAJMO A. -

Sulla applicazione degli ultrasuoni in diagnostica oftalmologica. I. Parte generale ricerche sperimentali, applicazioni in terapia ed in diagnostica oculare degli ultrasuoni.

Giorn. ital. oftal. II. 4, 241 - 251, 1958.

ALAJMO A. - DE CONCILIIIS N. -

Sulle applicazioni degli ultrasuoni in diagnostica oftalmologica.

Riv. Infort. Mal. prof. 47, 956-961, 1960.

BAUM G. -

The effect of ultrasonic radiation upon the eye and ocular adnexa.

Amer. J. Ophtal. 42, 696-706, 1956.

BAUM G. -

Use of ultrasonography in the differential diagnosis of ocular tumors. "Ocular and adnexal tumors", BONIUX M., C. V. Mosby & Cie, Saint-Louis, 308-321, 1964.

BAUM G. -

Ultrasonography in clinical ophthalmology.

Trans. Amer. Acad. Ophtal. Otolaryng. 68, 265-276, 1964.

BAUM G. -

Ophthalmic ultrasonography 176-184, in D. GORDON'S ultrasound as a diagnostic and surgical tool, Edinburgh, 1964.

BAUM G. -

Clinical applications of ultrasonography in ophthalmology. E. E. N. T. Dig. 26, 51-62, 1964.

- BAUM G. -
A synopsis of ophtalmic ultrasonography.
Wiss. Z. Humboldt Univ. Berlin, 14, 51-62, 1965.
- BAUM G. -
The ultrasonographic characteristics of malignant melanoma.
In : "Ultrasonography in ophtalmology". S. Karger, Basel 22-26, 1967.
- BAUM G. -
Ultrasonography 1) Clinical applications Mod. Trends Ophtal. 4, 19-29, 1967.
- BAUM G. - GREENWOOD I. -
The application of ultrasonic locating techniques to ophtalmology ; II. Ultrasonic slit lamp in the ultrasonic visualisation of soft tissues.
Trans. Amer. Med. ass. Sect. Ophtal. 152-168, 1958.
Arch. Ophtal. Chicago 60, 269-279, 1958.
- BAUM G. - GREENWOOD I. -
Ultrasonic visualisation of the eye.
Dig. Tech. Papers. 12 th. Ann. Conf. Electrical. Tech. Med. Biol. 1959.
- BAUM G. and GREENWOOD I. -
A critique of time amplitude ultrasonography.
Arch. Ophtal. Chicago. 64, 353-365, 1961.
- BAUM G. and GREENWOOD I. -
Current Status of ophtalmic ultrasonography 260-275.
In E. Kelly's Ultrasound energy (Univ. of Illinois Press Urbana, 1965.
- BEGUI Z. E. -
Acoustic properties of the refraction media of the eye
J. Acoustic. Soc. Amer. 22, 365-368, 1954.
- BOWYER F. - MARCHAL H. -
Considérations cliniques sur l'intérêt diagnostique des ultrasons en ophtalmologie.
Soc. Ophtal. Est de la Fr. Strasbourg, 1966.
- BUSCHMANN W. -
Diagnostic des tumeurs oculaires et orbitaires par les ultrasons.
Cong. Soc. Europ. Ophtal. Vienne, 1964.

BUSCHMANN W. -

Zur ultraschalldiagnostischen messung der A Chsenlänge
des auges Klin. Mbl. Augenheilk. 144, 6, 801-815, 1964.

BUSCHMANN W. -

Probleme und fortschritte der Ultraschalldiagnostik am
Auge. Klin. Mbl. Augenheilk, 144, 3, 321-347, 1964

BUSCHMANN W. -

Acoustic illusions in ophtalmologic ultrasonography.
Amer. J. Ophtal. 57, 461-466, 1964.

BUSCHMANN W. -

Introduction au diagnostic par les ultrasons en ophtalmo-
logie.

Einführung in die ophtalmologiacheh ultraschall diagnos-
tik Buchhandlung Kunst und Wissen, Leipzig, 1966.

BUSCHMANN W. -

Klinische Ergebnisse und methodische Fortschritte in
der echographischen Diagnostik intraokularer Tumoren.
Klin. Mol. Augenheilk, 148, 5, 625-641, 1966.

BUSCHMANN W. -

Diagnostic ultrasonography in ophtalmology (Humboldt
Univ. Berlin) I. All. India Ophtal. Soc., 14/3 (105-116),
1966.

BUSCHMANN W. -

Augenklin. der Charity. Clinical results and methodical
advances in the diagnosis of intraocular tumors in echo-
graphy Klin. M. B2, Augenheilk 148/5, 625-641, 1966.

BUSCHMANN W. -

Bases, methods and reliability of ultrasonic diagnosis
on the eye.

Review. In: Ultrasonics in ophtalmology. S. Karger,
Basel, 54-75, 1967.

BUSCHMANN W. - HAUFF D. -

Results of diagnosic ultrasonography in ophtalmology.
Amer. J. Ophtal. 63, 5, part. 1, 926-933, 1967.

BUSCHMANN W. - HILDEBRANDT I. -

Diagnostica ultrasonica in ophtalmologica

(Symp. intern. Diag. Ultrasonica Ophtal. Berlin, 1964)

Wiss. Zeitsch. Humboldt. Univ. Berlin Math. Naturwiss.
Reihe, 14, 1965. Deutsh. Buch. Leipzig, 226 p., 1965.

- BUSCHMANN W. - HILDEBRANDT I. -
 Diagnostica ultrasonica in ophtalmologia.
 Berlin, Humboldt Univ. Press. 1965.
- DUBOIS-POULSEN A. - POUJOL J. -
 Notions élémentaires d'échographie.
 Bull. Soc. Ophtal. Fr. 2, 705-715, 1967.
- ERNYEI A. -
 Erfahrungen über ophtalmologische ultraschalldiagnostik.
 Wiss Z. Humboldt Univ. Berlin, 14, 171-174, 1965.
- FRANCESCHETTI A. - LUYCKX J. -
 Applications de l'ultrasonographie en ophtalmologie.
 Méd. Hyg. Genève, 24, 716, 36-37, 1966.
- FREEMAN M. H. -
 Ultrasonic pulse-echo techniques in ophtalmic examination and diagnostic ultrasonics 1, 152-160, 1963.
- GERNET H. - HENNEWIG J. -
 Klinischer röntgenologischer und biometrischer befund bei Wandnahen intraokularen Fremdkörpern.
 Ber. Dtsch. Ophtal. Ges. 67, 280-283, 1966.
- GERNET H. - RUTHER F. -
 Comparative experimental ultrasonic examinations of eye tissues.
 In "Ultrasonics in ophtalmology", S. Karger, Basel 97-102, 1967.
- GERNET H. - SCHNELLER E. -
 The question of absorption and refraction of ultrasonic wave by the lens.
 In "Ultrasonics in ophtalmology", S. Karger, Edit. Basel, 110-115, 1967.
- GERSTNER R. -
 Influence de la structure du champ ultrasonique sur l'enregistrement par les surfaces de réflexion.
 Der Einfluss der struktur des schallfeldes auf die Anzeige von reflexions-flächen.
 In OKSALA A. - GERNET H., "Ultrasonics in ophtalmology", S. Karger Edit. Basel, 76-81, 1967.
- GERSTNER R. -
 Les images A et B dans l'ultrasonographie.
 Die Darstellung des ultraschall-Prüfergebnisse als

Zackenschrift oder schnittbild.

In OKSALA A. - GERNET H. "Ultrasonics in ophtalmology", S. Karger, Edit. Basel, 27-34, 1967.

GERSTNER R. -

Ein Vergleich zwischen schnittbilddarstellung und zackenschrift beider ultraschalldiagnostik.

Wiss. Z. Humboldt Univ. Berlin, 14, 37-38, 1965.

GOLDBERG R. E. - SARIN L. K. -

Experiences with ultrasonography. Part I. The posterior segment of the globe.

Amer. J. Ophtal., 61, 6, 1497-1502, 1966.

GOLDBERG R. E. - SARIN L. K. - MEYER D. - GITTER K. A. -

Applications of ultrasonography in ophtalmology.

Trans. Amer. Acad. Ophtal. Otolaryng. 71, 6, 880-888, 1967.

GORDON D. -

Ultrasonics in ophtalmology.

Amer. J. Ophtal., 58, 2, 301-302, 1964.

GRIFFITH D. G. - PASSMORE J. W. - PENNER R. -

Ultrasonographic discovery of cyst formation in metastatic neuroblastoma.

Amer. J. Ophtal. 63, 2, 313-316, 1967.

HAPTEN K. and PALM E. -

The effect of ultrasonic vibrations on the living rabbit eye.

Acta ophtal. 32, 225, 1954.

HAUFF D. -

Résultats cliniques et progrès méthodiques du diagnostic ophtalmologique par ultra-son.

Klinische ergebnisse und mathodische Fortschritte in der ophtalmologischen Ultraschalldiagnostik.

Klin. Mbl. Augenheilk, 149, 2, 291, 1966.

JANSSON F. -

Measurements of intraocular distances by ultrasound.

Acta ophtal. Kbh. Sup. 74, 51, 1963.

LAMER L. -

L'ultrasonographie diagnostique en ophtalmologie.

Un Méd. Can. 96, 7, 841-843, 1967.

LAVINE O. - LAUGENSTRASS K. H. - BOWYER C. M. - FOX F. E. -

GRIFFING V. and THALER W. -

Effects of ultrasonics waves on the refractive media of

the eye.

Amer. Arch. Ophtal. 47, 204, 1952.

LOPEZ ZUBERO J. -

Diagnostico diferencial de los tumores y masas oscuras del fondo ocular.

An. Inst. Barraquer, 5, 3, 238-247, 1964.

LÖPPING B. und NOVER A. -

Experimentalle altraschalluntersuchngen bei Augen mit netz hautablösung und intraokularen Tumoren Med. Diss. Köln, 1962.

LÖPPING B. - NOVER A. -

Experimentalle altraschalluntersuchungen bei Primärer un sekundärer Netzhautablösung.

Graefes Arch. Ophtal. 165, 5, 585-594, 1963.

LUDWIG G. and STRUTHERS F. -

Considerations underlying the use of ultrasound to detect gallstones and foreign bodies in tissue.

Report n° 4, Naval Research laboratory Washington. D. C. June 1949.

MARCHAL H. - ANTOINE F. et BOWYER M. F. -

Considérations cliniques sur l'utilisation diagnostique des ultrasons en ophtalmologie.

Bull. Soc. Ophtal. Fr. 66, 12, 1261-1272, 1966.

MASSIN M. et POUJOL J. -

Diagnostic différentiel entre le décollement idiopathique et le décollement symptomatique au moyen de l'écho-graphie.

Bull. Soc. Ophtal. Fr. 66, 12, 1225-1232, 1966.

MUNDT H. - HUGUES W. F. -

Ultrasonics in ocular diagnostis.

Amer. J. Ophtal. 41, 3, 488-498, 1956.

NOVER A. -

Klinische altraschalluntersuchungen bei netzhautablösung und intraokularen tumoren.

Klin. Mbl. Augenheilk. 142, 1, 176-194, 1963.

NOVER A. -

Ultraschalldiagnostik in der ophtalmologie mit praktischen ubungen an Patienten.

Klin. Mbl. Augenheikl., 146, 2, 288-289, 1965.

- NOVER A. -
Neues in der ultraschalldiagnostik am Auge.
(Berlin. Augenärz Ges. 5. D  zember 1964).
Klin. Mbl. Augenheilk, 147, 2, 266-267, 1965.
- NOVER A. - GLANSCHNEIDER D. -
Untersuchungen über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit
und Absorption des ultraschalls im Gewebe. Experimen-
tell Beiträge zur Ultraschalldiagnostik intraocularer Tu-
moren .
Graefes Arch. Ophthal. 168, 3, 304-321, 1965.
- NOVER A. und GROTE W. -
  ber die bestimmung der Achsenlänge des neuschliden
Auges mit ultraschall am Lebeden, Graefes Arch. Oph.
168, 405-418, 1965.
- NOVER A. - NUDING J. -
Diagnostiche Ultraschall-untersuchungen an normalen
und pathologisch veränderten Geweben.
Graefes Arch. Ophthal. 168, 3, 290-303, 1965.
- NOVER A. and STALLKAMP H. -
  ber die Möglichkeiten und Grenzen der Ultraschall dia-
gnostik intraokularer freundk  rer ber Dtsch. Ophthal.
Ges. 63, 251-255, 1960.
- OKSALA A. -
The clinical value of time-amplitude ultrasonography.
Amer. J. Ophthal. , 57, 3, 453-460, 1964.
- OKSALA A. -
Echogram in melanoma of the choroid.
Brit. J. Ophthal. , 43, 7, 408-414, 1959.
- OKSALA A. -
The echogram in retinoblastoma.
Acta Ophthal Kbh, 37, 2, 132-137, 1959.
- OKSALA A. -
Observations on choroidal detachment by means of ul-
trasounds.
Acta Ophthal. Kbh. 36, 4, 651-657, 1958.
- OKSALA A. -
The echogram in detachment of retina.
Ophthalmologica 138, 350-361, 1959.

- OKSALA A. -
Analysis of echos from the posterior bulbar wall.
Acta Ophthal. Kbl. 38, 25-31, 1960.
- OKSALA A. -
The echogram in vitreous opacities.
Amer. J. Ophthal. 49, 1301-1307, 1960.
- OKSALA A. -
The echogram in exsudative retinitis coat's disease
Acta Ophthal. Kbl. 38, 364-370, 1960.
- OKSALA A. -
About selective echography in some diseases.
Ophthal. Dept. Univ. Hosp. Turku. Acta ophthal. Kbl.
40/5, 466-474, 1962.
- OKSALA A. -
Experimental and clinical observations on the echograms
in vitreous haemorrhages.
Brit. J. Ophthal. 47, 2, 65-70, 1963.
- OKSALA A. -
Ultrasound diagnosis in intraocular melanoma.
Ann. N. Y. Acad. Sci., 100, 18-28, 1963.
- OKSALA A. -
The clinical value of time amplitude ultrasonography.
Amer. J. Ophthal. 57, 454-460, 1964.
- OKSALA A. -
L'échographie dans le diagnostic du décollement de la
rétine.
Arch. Ophtal. Paris, 25, 7, 632-633, 1965.
- OKSALA A. -
Der Weg des ultraschalls im Auge und seine Klinischen
Aspekte Klin. Mbl. Augenheilk, 150, 3, 408-418, 1967.
- OKSALA A. -
Use of ultrasonography in differential diagnosis of intra-
ocular diseases.
Acta ophthal Kbh., 44, 4, 706, 1966.
- OKSALA A. -
Ten years experience in clinical ultrasound investiga-
tion.
Acta Ophthal. Kbl., 45, 4, 489-509, 1967.

OKSALA A. -

Parcours des ultrasons dans l'oeil et ses aspects cliniques.

Der Weg des ultraschalls im Auge und seine klinischen Aspekte.

Klin. Mbl. , Augenheilk, 150, 3, 408-417, 1967.

OKSALA A. -

Development and significance of ultrasonic diagnosis in eye diseases. Review.

In "Ultrasonics in ophthalmology". S. Karger, 1-21, 1967.

OKSALA A. et GERNETH H. -

Ultrasonics in ophthalmology.

Karger S. , Publ. Basel, New-York, 240 pp. 1966.

OKSALA A. et LEHTINEN A. -

Über die diagnostische Verwendung von ultraschall in der Augenheilkunde.

Ophthalmologica, Basel, 134, 6, 387-395, 1957.

OKSALA A. et KAUSE E. R. -

On the differential diagnosis of retinitis proliferans-intra-ocular tumour by ultrasound.

In "Ultrasonics in ophthalmology". S. Karger, Edit. Basel, 143-149, 1967.

OKSALA A. and LEHTINEN A. -

Diagnostics of detachment of the retina by means of ultrasound.

Acta Ophthal. Kbl. , 35, 461-467, 1957.

OKSALA and LEHTINEN A. -

Experimental researches on vitreous haemorrhages and on the echogram emitted by them.

Acta Ophthal. Kbl. , 37, 17-25, 1959.

OKSALA A. and LEHTINEN A. -

Acoustic biomicroscopy of intraocular tumors.

Amer. J. Ophtal. 51, 1201-1211, 1961.

OKSALA A. and LUNDEN P. -

Experimental researches on the significance of the interference field, of the crystal in the ultrasonic diagnosis of vitreous opacities and of tumors.

Acta Ophthal. Kbl. , 42, 1, 211-218, 1964.

OKSALA A. and VARONEN E. R. -

Experimentelle und klinische untersuchungen zur dickenmessung der Lederhaut mit ultraschall.

Acta Ophthal. Kbh. 43, 1, 75-84, 1965.

- OKSALA A. et VARONEN E. R. -
Experimental researches on the influence of various tumours on the ultrasonic field.
Acta Ophthal. Kbh. 44, 2, 253-260, 1966.
- OSSOINIG K. -
Zur ultraschalldiagnostik der Tumoren des Auges.
Klin. Mbl. Augenheilk., 146, 3, 321-335, 1965.
- OSSOINIG K. -
Zur ultraschalldiagnostik intraokularer Frunkörper.
(Deutsch. Ophthal. Ges. Heidelberg 19.23, September 1965. Ber Dtsch. Ophthal. Ges. 67, 288-296, 1965.
- OSSOINIG K. -
Ein Neues Ultraschall-diagnostikgerät für die Augenheilkunde.
Graefes Arch. Ophthal., 171, 4, 312-317, 1967.
- OSSOINIG D. -
Die ultraschalldiagnostik der Tumoren in der Augenhöhle. Untersuchungen mit dem. A Bild und B-Bildverfahren.
Graefes Arch. Ophthal. 172, 4, 364-382, 1967.
- OSSOINIG K. -
Ueber die Beurteilung der kinetischen Eigenschaften von Echogrammen.
In OKSALA A. - GERNET H. "Ultrasonics in ophthalmology." S. Karger. Edit. Basel, 88-96, 1967.
- OSSOINIG K. -
Ultrasonic diagnosis on the eye. An aid for the clinic. Review.
In Ultrasonics in ophthalmology. S. Karger, Edit. 116-133, 1967.
- OSSOINIG K. - SEHER K. -
Echographische untersuchungen feingeweblicher strukturen zur Klärung des Echo-ursprunges in tumoren.
Graefes Arch. Ophthal. 171, 1, 17-24, 1966.
- OSSOINIG K. and SEHER K. -
Einige Erkenntnisse über das histologische Substrat der Echogramme. In OKSALA A. - GERNET H. : "Ultrasonics in ophthalmology". S. Karger, Edit. Basel, 103-109, 1967.

- OSSOINIG K. - SEHER K. and KAUFMANN F. -
 Echographische Untersuchungen feingeweblicher Strukturen. 11) Ueber ein Bei der Ultraschalluntersuchung von Citratblut beobachtetes Phänomen.
 Graefes Arch. Ophtal. 173, 4, 327-338, 1967.
- OSSOINIG K. und STEINER H. -
 Zum Problem der Normung in der ultraschall diagnostik ein. Testkörper für die diagnostik introkularer Tumoren
 Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlin, 14, 129-133, 1965.
- OSSOINIG K. und STEINER H. -
 Zum Problem der Normung in der Ultraschalldiagnostik des Auges.
 Graefes Arch. Ophthal. 169, 3, 241-249, 1966.
- OSSOINIG K. -
 Ein Neues Ultraschall-Diagnostikgerät für die Augenheilkunde.
 Graefes Arch. Ophthal., 171, 4, 312-317, 1967.
- PREISOVA J. and VANYSEK J. -
 The present state of diagnostics ultrasonography in ophthalmology.
 Wiss Z. Humboldt. Univ. Berlin, 14, 157-162, 1965.
- PREISOVA J. and VANYSEK J. -
 Our experience with ultrasound in the diagnosis of ophthalmological diseases.
 En Tchèque, Cs. Oftal., 21, 5, 361-369, 1965.
- PURNELL E. W. and SOKOLLU A. -
 An evaluation of time amplitude sonography in ophthalmology.
 Amer. J. Ophtal. 54, 1103-1109, 1962.
- RICCI A. - ITIN W. -
 Etudes échographiques dans les dégénérescences vitéo-rétiniennes.
 Bull. Mém. Soc. Fr. Ophtal. 79, 446-453, 1966.
- RICKLEFS G. -
 Erfahrungen mit der Ocula-Echographie.
 Klin. Mbl. Augenheilk., 150, 2, 284, 1967.
- RIEKLIEFS G. -
 The avoidance of erroneous diagnosis by means of oculo-echography.
 Klin. Mbl. Augenheilk., 149/1, 79-83, 1966.

RICKLEFS G. -

Vermeidung von Fehldiagnosen mit Hilfe der Okuloechographie.

Klin. Mbl. Augenheilk, 149, 1, 79-83, 1966.

RIVARA A. et SANNA G. -

Osservazioni sulla tecnica di applicazione degli ultrasuoni nella diagnostica oftalmologica.

Minerva oftal., 6, 2, 33-36, 1964.

SANDER E. -

Ultraschall-Echographie in der Klinik. Klin. Mbl. Augenheilk. 146, 5, 728-737, 1965.

SANNA G. and RIVARA A. -

Diagnosi differenziale fra distacco di retina idiopatico e distacco di retina secondario per mezzo degli ultrasuoni.

Ann. Ottal., 89, 10, 572-580, 1963.

SAVIC S. and SAVIC I. -

Experimental ultrasonic echograms of the eye.

Acta Ophthal. Iugoslav., 4, 212-216, 1966.

SMOLLER A. J. and BRONSON N. R. -

Experience with A-Mode ultrasonography in the United States.

In ultrasonics in ophthalmologie. S. Karger, Edit. Basel, 167-174, 1967.

STALLKAMP H. and NOVER A. -

Diagnostische Ultraschalluntersuchungen am gesunden Auge.

Auge Graefes Arch. Ophthal. 164, 399-410, 1962.

URSIN K. V. -

The prognosis of intervitreale haemorrhages. Ultrasound studies, intrabulbar melanoma. Showing filming of echograms.

In Ultrasonics in ophthalmology. S. Karger, Edit. Basel, 161-166 et 237, 1967.

URSIN K. V. -

A case of intrabulbar melanoma confirmed by ultrasound. Acta Ophthal. Kbh. 44, 4, 708, 1966.

VANNINI A. and BELLONE G. -

Possibilita diagnostiche dell'ultrasonografia nel campo delle neoplasie endobulbari : considerazioni su di un caso di melanocitosi oculare con degenerazione maligna.

Rass. Ital. Ottal. 31, 3-4, 81-92, 1962.

WILD J. J. and REID J. M. -

Further pilot echographic studies on the histologic structure of tumors of the living human breast.
Amer. J. Path. 28, 839, 1952. Cancer Research, 14, 277, 1954.
